

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2001-342820  
(P2001-342820A)

(43)公開日 平成13年12月14日 (2001.12.14)

(51)Int.Cl.  
F 01 N 3/02

識別記号  
3 0 1

F I  
F 01 N 3/02

テマコード(参考)

3 1 1  
3 2 1

3 0 1 K  
3 0 1 C  
3 0 1 J  
3 1 1 A  
3 2 1 A

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 33 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2001-91118(P2001-91118)

(22)出願日 平成13年3月27日 (2001.3.27)

(31)優先権主張番号 特願2000-95284(P2000-95284)

(32)優先日 平成12年3月29日 (2000.3.29)

(33)優先権主張国 日本 (JP)

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社  
愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 伊藤 和浩  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 田中 俊明  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74)代理人 100077517  
弁理士 石田 敬 (外2名)

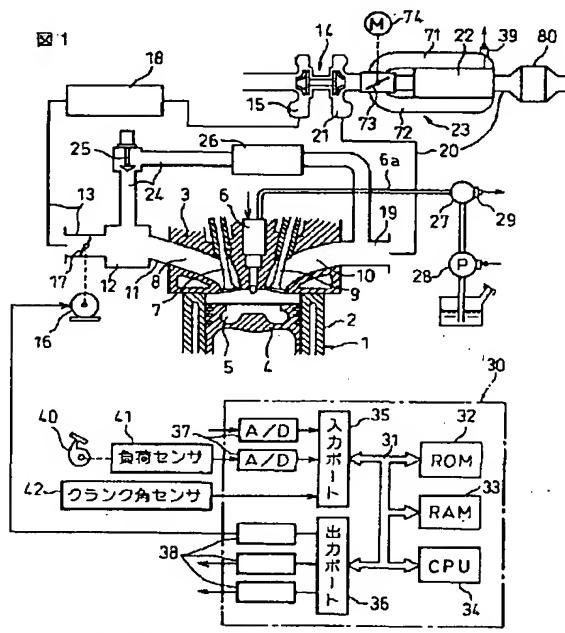
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

(57)【要約】

【課題】 微粒子の大部分がパティキュレートフィルタ隔壁の片面に捕集されるのを回避し、隔壁から排気ガス流れ下流側の微粒子に酸化除去作用を及ぼし、隔壁に捕集された微粒子を活性酸素で酸化除去する作用をすべての微粒子に十分に伝えて微粒子が隔壁に堆積するのを阻止し、排気ガス流れ逆転時にパティキュレートフィルタよりも下流側に流れ得る排気ガス中の有害物質を無害化する。

【解決手段】 パティキュレートフィルタ22の隔壁54に一時的に捕集された微粒子62を酸化する活性酸素を放出する酸化剤61を隔壁54に担持し、隔壁54を通過する排気ガス流れを逆転させ、隔壁54に捕集された微粒子を隔壁の一方の面と他方の面とに分散させ、隔壁54に捕集された微粒子が酸化除去されることなく堆積する可能性を低減し、排気ガス中の有害成分を無害化する無害化手段としてのフィルタ80をパティキュレートフィルタ22よりも排気ガス流れ下流側に配置する。



5…焼焼室 22…パティキュレートフィルタ  
6…燃料噴射弁 25…EG制御弁

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃焼室から排出された排気ガス中の微粒子を捕集するためのパティキュレートフィルタを機関排気通路内に配置し、排気ガスがパティキュレートフィルタの壁を通過するときに排気ガス中の微粒子が捕集されるようになっている内燃機関の排気浄化装置において、前記パティキュレートフィルタの壁に一時的に捕集された微粒子を酸化可能であり、前記パティキュレートフィルタの壁を通過する排気ガスの流れを逆転させるための排気ガス逆流手段を設け、前記パティキュレートフィルタの壁を通過する排気ガスの流れを逆転させることにより、前記パティキュレートフィルタの壁に捕集される微粒子を前記パティキュレートフィルタの壁の一方の面と他方の面とに分散させ、それにより、前記パティキュレートフィルタの壁に捕集された微粒子が酸化除去されることなく堆積する可能性を低減し、排気ガス中の有害成分を無害化するための無害化手段を前記パティキュレートフィルタよりも排気ガス流れの下流側に配置した内燃機関の排気浄化装置。

【請求項2】 燃焼室から排出された排気ガス中の微粒子を捕集するためのパティキュレートフィルタを機関排気通路内に配置し、排気ガスがパティキュレートフィルタの壁を通過するときに排気ガス中の微粒子が捕集されるようになっている内燃機関の排気浄化装置において、前記パティキュレートフィルタの壁に一時的に捕集された微粒子を酸化するための活性酸素を放出する酸化剤を前記パティキュレートフィルタの壁に担持し、前記パティキュレートフィルタの壁を通過する排気ガスの流れを逆転させるための排気ガス逆流手段を設け、前記パティキュレートフィルタの壁を通過する排気ガスの流れを逆転させることにより、前記パティキュレートフィルタの壁に捕集される微粒子を前記パティキュレートフィルタの壁の一方の面と他方の面とに分散させ、それにより、前記パティキュレートフィルタの壁に捕集された微粒子が酸化除去されることなく堆積する可能性を低減し、排気ガス中の有害成分を無害化するための無害化手段を前記パティキュレートフィルタよりも排気ガス流れの下流側に配置した内燃機関の排気浄化装置。

【請求項3】 排気ガス中の有害成分を無害化するための無害化手段として微粒子捕捉手段を前記パティキュレートフィルタよりも排気ガス流れの下流側に配置した請求項1又は2に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項4】 排気ガス中の有害成分を無害化するための無害化手段として、昇温手段を備えた微粒子捕捉手段を前記パティキュレートフィルタよりも排気ガス流れの下流側に配置した請求項3に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項5】 前記逆流手段は、排気ガスがパティキュレートフィルタの壁を通過することなくバイパスせしめられるバイパスモードを有し、排気ガスがパティキュレ

ートフィルタの壁を通過することなくバイパスせしめられることにより、前記微粒子捕捉手段が昇温せしめられる請求項4に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項6】 前記微粒子捕捉手段に微粒子が堆積したときに、排気ガスがパティキュレートフィルタの壁を通過することなくバイパスせしめられ、前記微粒子捕捉手段が昇温せしめられる請求項5に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項7】 前記微粒子捕捉手段の硫黄被毒回復を実行すべきとき、前記パティキュレートフィルタの硫黄被毒回復を実行し、次いで前記微粒子捕捉手段の硫黄被毒回復を実行するようにした請求項3に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項8】 排気ガス中の有害成分を無害化するための無害化手段として排気ガス浄化触媒を前記パティキュレートフィルタよりも排気ガス流れの下流側に配置した請求項1又は2に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項9】 排気ガス中の有害成分を無害化するための無害化手段としてサイクロンを前記パティキュレートフィルタよりも排気ガス流れの下流側に配置した請求項1又は2に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項10】 排気ガス流れが順流のときに前記パティキュレートフィルタよりも排気ガス流れの下流側となる位置と、排気ガス流れが逆流のときに前記パティキュレートフィルタよりも排気ガス流れの下流側となる位置とに、排気ガス中の有害成分を無害化するための無害化手段として更なるフィルタをそれぞれ配置した請求項1又は2に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項11】 前記パティキュレートフィルタとして、単位時間当たりに燃焼室から排出される排出微粒子量がパティキュレートフィルタ上において単位時間当たりに輝炎を発することなく酸化除去可能な酸化除去可能微粒子量よりも少ないときには排気ガス中の微粒子がパティキュレートフィルタに流入するや否や輝炎を発することなく短時間のうちに酸化除去せしめられ、かつ前記排出微粒子量が一時的に前記酸化除去可能微粒子量よりも少なくなったとしてもパティキュレートフィルタ上において微粒子が一定限度以下しか堆積しないときには前記排出微粒子量が前記酸化除去可能微粒子量よりも少なくなったときにパティキュレートフィルタ上の微粒子が輝炎を発することなく酸化除去せしめられるパティキュレートフィルタを用い、前記酸化除去可能微粒子量がパティキュレートフィルタの温度に依存しており、前記排出微粒子量が前記酸化除去可能微粒子量よりも通常少なくなり、かつ前記排出微粒子量が一時的に前記酸化除去可能微粒子量よりも少なくなったとしてもその後前記排出微粒子量が前記酸化除去可能微粒子量よりも少なくなったときに酸化除去しうる一定限度以下の量の微粒子しかパティキュレートフィルタ上に堆積しないように前記排出微粒子量およびパティキュレートフィルタの温度を維持するた

めの制御手段を具備し、それによって排気ガス中の微粒子をパティキュレートフィルタ上において輝炎を発することなく酸化除去せしめるようにした請求項1～10のいずれか一項に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項12】前記排出微粒子量が前記酸化除去可能微粒子量よりも通常少なくなり、かつ前記排出微粒子量が一時的に前記酸化除去可能微粒子量より多くなったとしてもその後前記排出微粒子量が前記酸化除去可能微粒子量よりも少なくなったときに酸化除去しうる一定限度以下の量の微粒子しかパティキュレートフィルタ上に堆積しないように、前記排出微粒子量およびパティキュレートフィルタの温度を維持すべく内燃機関の運転条件を制御するようにした請求項11に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項13】前記酸化剤が、周囲に過剰酸素が存在すると酸素を取り込んで酸素を保持しつつ周囲の酸素濃度が低下するとその保持した酸素を活性酸素の形で放出する酸素吸収・活性酸素放出剤である請求項2～12のいずれか一項に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項14】前記逆流手段は、排気ガスがパティキュレートフィルタの壁を第一の向きに通過する順流モードと、排気ガスがパティキュレートの壁を前記第一の向きとは逆向きの第二の向きに通過する逆流モードとを有し、前記燃焼室内に供給される不活性ガスの量を増大していくと煤の発生量が次第に増大してピークに達し、前記燃焼室内に供給される不活性ガスの量を更に増大していくと前記燃焼室内における燃焼時の燃料およびその周囲のガス温が煤の生成温度よりも低くなつて煤がほとんど発生しなくなる内燃機関を用い、前記逆流手段の順流モード時に、煤の発生量がピークとなる不活性ガスの量よりも前記燃焼室内に供給される不活性ガスの量が少ない燃焼を実行し、前記逆流手段の逆流モード時に、煤の発生量がピークとなる不活性ガスの量よりも前記燃焼室内に供給される不活性ガスの量が多く煤がほとんど発生しない燃焼を実行するようにした請求項1～13のいずれか一項に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項15】前記酸化剤が前記パティキュレートフィルタの壁の内部に担持されており、かつ、前記パティキュレートフィルタの壁を通過する排気ガスの流れを逆転させることにより、前記パティキュレートフィルタの壁の内部に一時的に捕集された微粒子を移動させるようにした請求項1～14のいずれか一項に記載の内燃機関の排気浄化装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は内燃機関の排気浄化装置に関する。

##### 【0002】

【従来の技術】従来、燃焼室から排出された排気ガス中の微粒子を捕集するためのパティキュレートフィルタを

機関排気通路内に配置し、排気ガスがパティキュレートフィルタの壁を通過するときに排気ガス中の微粒子が捕集されるようになっている内燃機関の排気浄化装置が知られている。この種の内燃機関の排気浄化装置の例としては、例えば特公平7-106290号公報に記載されたものがある。

##### 【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところが特開平7-106290号公報に記載された内燃機関の排気浄化装置では、パティキュレートフィルタを通過する排気ガスの流れが逆転されない。そのため、パティキュレートフィルタの壁に捕集される微粒子をパティキュレートフィルタの壁の一方の面と他方の面とに分散することができない。その結果、ある一定量以上の微粒子がパティキュレートフィルタの壁に捕集されると、微粒子を除去しようとする作用がすべての微粒子に十分に伝わらなくなってしまう。従って、特開平7-106290号公報に記載された内燃機関の排気浄化装置では、パティキュレートフィルタに流入する微粒子量がある一定量以上になると、そのすべての微粒子がパティキュレートフィルタの壁の一方の面に捕集されてしまうのに伴い、パティキュレートフィルタの有する微粒子除去作用がすべての微粒子に十分に伝わらなくなってしまい、その結果、微粒子がパティキュレートフィルタの壁に堆積してしまう。そのため、パティキュレートフィルタが目詰まりし、背圧が上昇してしまう。

【0004】前記問題点に鑑み、本発明は、パティキュレートフィルタを通過する排気ガスの流れを逆転させ、パティキュレートフィルタの壁に捕集された微粒子を酸化除去する酸化除去作用をすべての微粒子に十分に伝えることにより微粒子がパティキュレートフィルタの壁に堆積してしまうのを阻止すると共に、排気ガスの流れが逆転せしめられたときにパティキュレートフィルタから微粒子が脱離する可能性を低減し、かつ、仮にパティキュレートフィルタから微粒子が脱離したとしても、その微粒子をパティキュレートフィルタの後段で除去することにより微粒子を酸化除去するのに必要な時間を確保することができる内燃機関の排気浄化装置を提供することを目的とする。

##### 【0005】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明によれば、燃焼室から排出された排気ガス中の微粒子を捕集するためのパティキュレートフィルタを機関排気通路内に配置し、排気ガスがパティキュレートフィルタの壁を通過するときに排気ガス中の微粒子が捕集されるようになっている内燃機関の排気浄化装置において、前記パティキュレートフィルタの壁に一時的に捕集された微粒子を酸化可能であり、前記パティキュレートフィルタの壁を通過する排気ガスの流れを逆転させるための排気ガス逆流手段を設け、前記パティキュレートフィルタの壁

を通過する排気ガスの流れを逆転させることにより、前記パティキュレートフィルタの壁に捕集される微粒子を前記パティキュレートフィルタの壁の一方の面と他方の面とに分散させ、それにより、前記パティキュレートフィルタの壁に捕集された微粒子が酸化除去されることなく堆積する可能性を低減し、排気ガス中の有害成分を無害化するための無害化手段を前記パティキュレートフィルタよりも排気ガス流れの下流側に配置した内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0006】請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置では、パティキュレートフィルタの壁に一時的に捕集された微粒子が例えば活性酸素や排気ガス中の酸素によって酸化可能であり、パティキュレートフィルタの壁を通過する排気ガスの流れを逆転させることにより、パティキュレートフィルタの壁の一方の面と他方の面とに分散される。そのため、パティキュレートフィルタ内に流入した微粒子の大部分が、パティキュレートフィルタの壁の一方の面において捕集されてしまうのを回避すると共に、パティキュレートフィルタの壁の方から排気ガス流れの下流側の微粒子に対し酸化除去作用を及ぼすことができる。更に請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置では、パティキュレートフィルタの壁に捕集される微粒子がパティキュレートフィルタの壁の一方の面と他方の面とに分散されることにより、パティキュレートフィルタの壁に捕集された微粒子が酸化除去されることなく堆積する可能性が低減せしめられる。そのため、パティキュレートフィルタの壁に捕集された微粒子を例えば活性酸素や排気ガス中の酸素により酸化除去する酸化除去作用をすべての微粒子に十分に伝えることが可能になり、その結果、微粒子がパティキュレートフィルタの壁に堆積してしまうのを阻止することができる。また請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置では、排気ガス中の有害成分を無害化するための無害化手段がパティキュレートフィルタよりも排気ガス流れの下流側に配置されている。そのため、パティキュレートフィルタの壁を通過する排気ガスの流れを逆転させるときにパティキュレートフィルタよりも排気ガス流れの下流側に流れてしまう可能性のある排気ガス中の有害物質を無害化することができる。

【0007】請求項2に記載の発明によれば、燃焼室から排出された排気ガス中の微粒子を捕集するためのパティキュレートフィルタを機関排気通路内に配置し、排気ガスがパティキュレートフィルタの壁を通過するときに排気ガス中の微粒子が捕集されるようになっている内燃機関の排気浄化装置において、前記パティキュレートフィルタの壁に一時的に捕集された微粒子を酸化するための活性酸素を放出する酸化剤を前記パティキュレートフィルタの壁に担持し、前記パティキュレートフィルタの壁を通過する排気ガスの流れを逆転させるための排気ガ

ス逆流手段を設け、前記パティキュレートフィルタの壁を通過する排気ガスの流れを逆転させることにより、前記パティキュレートフィルタの壁に捕集される微粒子を前記パティキュレートフィルタの壁の一方の面と他方の面とに分散させ、それにより、前記パティキュレートフィルタの壁に捕集された微粒子が酸化除去されることなく堆積する可能性を低減し、排気ガス中の有害成分を無害化するための無害化手段を前記パティキュレートフィルタよりも排気ガス流れの下流側に配置した内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0008】請求項2に記載の内燃機関の排気浄化装置では、パティキュレートフィルタの壁に一時的に捕集された微粒子を酸化するための活性酸素を放出する酸化剤がパティキュレートフィルタの壁に担持され、パティキュレートフィルタの壁を通過する排気ガスの流れを逆転させることにより、パティキュレートフィルタの壁に捕集された微粒子がパティキュレートフィルタの壁の一方の面と他方の面とに分散される。そのため、パティキュレートフィルタ内に流入した微粒子の大部分が、パティキュレートフィルタの壁の一方の面において捕集されてしまうのを回避すると共に、パティキュレートフィルタの壁の方から排気ガス流れの下流側の微粒子に対し酸化除去作用を及ぼすことができる。更に請求項2に記載の内燃機関の排気浄化装置では、パティキュレートフィルタの壁に捕集される微粒子がパティキュレートフィルタの壁の一方の面と他方の面とに分散されることにより、パティキュレートフィルタの壁に捕集された微粒子が酸化除去されることなく堆積する可能性が低減せしめられる。そのため、パティキュレートフィルタの壁に捕集された微粒子を活性酸素により酸化除去する酸化除去作用をすべての微粒子に十分に伝えることが可能になり、その結果、微粒子がパティキュレートフィルタの壁に堆積してしまうのを阻止することができる。また請求項2に記載の内燃機関の排気浄化装置では、排気ガス中の有害成分を無害化するための無害化手段がパティキュレートフィルタよりも排気ガス流れの下流側に配置されている。そのため、パティキュレートフィルタの壁を通過する排気ガスの流れを逆転させるときにパティキュレートフィルタよりも排気ガス流れの下流側に流れてしまう可能性のある排気ガス中の有害物質を無害化することができる。

【0009】請求項3に記載の発明によれば、排気ガス中の有害成分を無害化するための無害化手段として微粒子捕捉手段を前記パティキュレートフィルタよりも排気ガス流れの下流側に配置した請求項1又は2に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0010】請求項3に記載の内燃機関の排気浄化装置では、排気ガス中の有害成分を無害化するための無害化手段として微粒子捕捉手段がパティキュレートフィルタよりも排気ガス流れの下流側に配置される。そのため、

パティキュレートフィルタの壁を通過する排気ガスの流れを逆転させるとときにパティキュレートフィルタよりも排気ガス流れの下流側に流れてしまう可能性のある微粒子がそのまま排出されてしまうのを阻止することができる。

【0011】請求項4に記載の発明によれば、排気ガス中の有害成分を無害化するための無害化手段として、昇温手段を備えた微粒子捕捉手段を前記パティキュレートフィルタよりも排気ガス流れの下流側に配置した請求項3に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0012】請求項4に記載の内燃機関の排気浄化装置では、排気ガス中の有害成分を無害化するための無害化手段として、昇温手段を備えた微粒子捕捉手段がパティキュレートフィルタよりも排気ガス流れの下流側に配置される。そのため、パティキュレートフィルタの壁を通過する排気ガスの流れを逆転させるとときにパティキュレートフィルタよりも排気ガス流れの下流側に流れてしまう可能性のある微粒子がそのまま排出されてしまうのを阻止すると共に、微粒子捕捉手段により捕捉した微粒子を酸化除去することができる。

【0013】請求項5に記載の発明によれば、前記逆流手段は、排気ガスがパティキュレートフィルタの壁を通過することなくバイパスせしめられるバイパスモードを有し、排気ガスがパティキュレートフィルタの壁を通過することなくバイパスせしめられることにより、前記微粒子捕捉手段が昇温せしめられる請求項4に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0014】請求項5に記載の内燃機関の排気浄化装置では、排気ガスがパティキュレートフィルタの壁を通過することなくバイパスせしめられることにより、微粒子捕捉手段が昇温せしめられる。そのため、ヒータのような別個の微粒子捕捉手段用昇温手段を設ける必要なく、パティキュレートフィルタをバイパスせしめられた排気ガスによって微粒子捕捉手段を昇温させることができる。

【0015】請求項6に記載の発明によれば、前記微粒子捕捉手段に微粒子が堆積したときに、排気ガスがパティキュレートフィルタの壁を通過することなくバイパスせしめられ、前記微粒子捕捉手段が昇温せしめられる請求項5に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0016】請求項6に記載の内燃機関の排気浄化装置では、微粒子捕捉手段に微粒子が堆積したときに、排気ガスがパティキュレートフィルタの壁を通過することなくバイパスせしめられ、微粒子捕捉手段が昇温せしめられる。詳細には、微粒子捕捉手段に微粒子が堆積したときに排気ガスがパティキュレートフィルタをバイパスされ、微粒子捕捉手段に微粒子が堆積していないときには排気ガスがパティキュレートフィルタをバイパスされない。そのため、排気ガスがパティキュレートフィルタをバイパスせしめられる必要がないときに排気ガスがパテ

ィキュレートフィルタをバイパスせしめられてしまうのに伴って、パティキュレートフィルタの壁の内部の酸化触媒の酸化除去作用が弱まってしまうのを回避することができる。

【0017】請求項7に記載の発明によれば、前記微粒子捕捉手段の硫黄被毒回復を実行すべきとき、前記パティキュレートフィルタの硫黄被毒回復を実行し、次いで前記微粒子捕捉手段の硫黄被毒回復を実行するようにした請求項3に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0018】請求項7に記載の内燃機関の排気浄化装置では、微粒子捕捉手段の硫黄被毒回復を実行すべきとき、パティキュレートフィルタの硫黄被毒回復が実行され、次いで微粒子捕捉手段の硫黄被毒回復が実行される。そのため、最初に微粒子捕捉手段の硫黄被毒回復が実行され、次にパティキュレートフィルタの硫黄被毒回復が実行され、最後に、パティキュレートフィルタの硫黄被毒回復の際に流出した硫黄により再び被毒した微粒子捕捉手段の硫黄被毒回復が実行される場合よりも、微粒子捕捉手段の硫黄被毒回復が実行される回数を少なくすることができる。

【0019】請求項8に記載の発明によれば、排気ガス中の有害成分を無害化するための無害化手段として排気ガス浄化触媒を前記パティキュレートフィルタよりも排気ガス流れの下流側に配置した請求項1又は2に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0020】請求項8に記載の内燃機関の排気浄化装置では、排気ガス中の有害成分を無害化するための無害化手段として排気ガス浄化触媒がパティキュレートフィルタよりも排気ガス流れの下流側に配置される。そのため、パティキュレートフィルタの壁を通過する排気ガスの流れを逆転させるとときにパティキュレートフィルタよりも排気ガス流れの下流側に流れてしまう排気ガスが浄化されることなくそのまま排出されてしまうのを阻止することができる。

【0021】請求項9に記載の発明によれば、排気ガス中の有害成分を無害化するための無害化手段としてサイクロンを前記パティキュレートフィルタよりも排気ガス流れの下流側に配置した請求項1又は2に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0022】請求項9に記載の内燃機関の排気浄化装置では、排気ガス中の有害成分を無害化するための無害化手段としてサイクロンがパティキュレートフィルタよりも排気ガス流れの下流側に配置される。そのため、パティキュレートフィルタの壁を通過する排気ガスの流れを逆転させるとときに、パティキュレートフィルタ表面上に堆積していた比較的大径の微粒子がパティキュレートフィルタ表面から脱離し、その脱離した微粒子が捕集されることなくそのまま排出されてしまうのを阻止することができる。

【0023】請求項10に記載の発明によれば、排気ガス流れが順流のときに前記パティキュレートフィルタよりも排気ガス流れの下流側となる位置と、排気ガス流れが逆流のときに前記パティキュレートフィルタよりも排気ガス流れの下流側となる位置とに、排気ガス中の有害成分を無害化するための無害化手段として更なるフィルタをそれぞれ配置した請求項1又は2に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0024】請求項10に記載の内燃機関の排気浄化装置では、排気ガス流れが順流のときにパティキュレートフィルタよりも排気ガス流れの下流側となる位置と、排気ガス流れが逆流のときにパティキュレートフィルタよりも排気ガス流れの下流側となる位置とに、排気ガス中の有害成分を無害化するための無害化手段として更なるフィルタがそれぞれ配置される。そのため、パティキュレートフィルタの壁を通過する排気ガスの流れを逆転させるときに、パティキュレートフィルタ表面上に堆積していた比較的大径の微粒子がパティキュレートフィルタ表面から脱離し、その脱離した微粒子が捕集されことなくそのまま排出されてしまうのを阻止することができる。

【0025】請求項11に記載の発明によれば、前記パティキュレートフィルタとして、単位時間当たりに燃焼室から排出される排出微粒子量がパティキュレートフィルタ上において単位時間当たりに輝炎を発することなく酸化除去可能な酸化除去可能微粒子量よりも少ないときには排気ガス中の微粒子がパティキュレートフィルタに流入するや否や輝炎を発することなく短時間のうちに酸化除去せしめられ、かつ前記排出微粒子量が一時的に前記酸化除去可能微粒子量より多くなったとしてもパティキュレートフィルタ上において微粒子が一定限度以下しか堆積しないときには前記排出微粒子量が前記酸化除去可能微粒子量よりも少なくなったときにパティキュレートフィルタ上の微粒子が輝炎を発することなく酸化除去せしめられるパティキュレートフィルタを用い、前記酸化除去可能微粒子量がパティキュレートフィルタの温度に依存しており、前記排出微粒子量が前記酸化除去可能微粒子量よりも通常少くなり、かつ前記排出微粒子量が一時的に前記酸化除去可能微粒子量より多くなったとしてもその後前記排出微粒子量が前記酸化除去可能微粒子量より少なくなったときに酸化除去しうる一定限度以下の量の微粒子しかパティキュレートフィルタ上に堆積しないように前記排出微粒子量およびパティキュレートフィルタの温度を維持するための制御手段を具備し、それによって排気ガス中の微粒子をパティキュレートフィルタ上において輝炎を発することなく酸化除去せしめるようにした請求項1～10のいずれか一項に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0026】請求項11に記載の内燃機関の排気浄化装置では、排出微粒子量が酸化除去可能微粒子量よりも通

常少なくなり、かつ排出微粒子量が一時的に酸化除去可能微粒子量より多くなったとしてもその後排出微粒子量が酸化除去可能微粒子量より少なくなったときに酸化除去しうる一定限度以下の量の微粒子しかパティキュレートフィルタ上に堆積しないように排出微粒子量およびパティキュレートフィルタの温度が維持されることにより、排気ガス中の微粒子がパティキュレートフィルタ上において輝炎を発することなく酸化除去せしめられる。そのため、従来の場合のように微粒子がパティキュレートフィルタ上に積層状に堆積した後に輝炎を発してその微粒子を除去する必要なく、微粒子がパティキュレートフィルタ上に積層状に堆積する前に微粒子を酸化させることにより排気ガス中の微粒子を除去することができる。

【0027】請求項12に記載の発明によれば、前記排出微粒子量が前記酸化除去可能微粒子量よりも通常少なくなり、かつ前記排出微粒子量が一時的に前記酸化除去可能微粒子量より多くなったとしてもその後前記排出微粒子量が前記酸化除去可能微粒子量より少なくなったときに酸化除去しうる一定限度以下の量の微粒子しかパティキュレートフィルタ上に堆積しないように、前記排出微粒子量およびパティキュレートフィルタの温度を維持すべく内燃機関の運転条件を制御するようにした請求項11に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0028】請求項12に記載の内燃機関の排気浄化装置では、排出微粒子量が酸化除去可能微粒子量よりも通常少なくなり、かつ排出微粒子量が一時的に酸化除去可能微粒子量より多くなったとしてもその後排出微粒子量が酸化除去可能微粒子量より少なくなったときに酸化除去しうる一定限度以下の量の微粒子しかパティキュレートフィルタ上に堆積しないように、排出微粒子量およびパティキュレートフィルタの温度を維持すべく内燃機関の運転条件が制御される。詳細には、排出微粒子量が酸化除去可能微粒子量よりも少なくなるように、あるいは、排出微粒子量が一時的に酸化除去可能微粒子量よりも多くなったとしてもその後排出微粒子量が酸化除去可能微粒子量より少なくなったときに酸化除去しうる一定限度以下の量の微粒子しかパティキュレートフィルタ上に堆積しないように、排出微粒子量およびパティキュレートフィルタの温度に基づき、内燃機関の運転条件が制御される。そのため、内燃機関の運転条件が、排出微粒子量が酸化除去可能微粒子量よりも少くなる運転条件、あるいは、排出微粒子量が一時的に酸化除去可能微粒子量よりも多くなったとしてもその後排出微粒子量が酸化除去可能微粒子量より少なくなったときに酸化除去しうる一定限度以下の量の微粒子しかパティキュレートフィルタ上に堆積しない運転条件に偶然合致する場合と異なり、確実に、排出微粒子量を酸化除去可能微粒子量よりも少なくするか、あるいは、排出微粒子量が一時的に酸化除去可能微粒子量よりも多くなったとしてもその後排出

微粒子量が酸化除去可能微粒子量より少なくなったときに酸化除去しうる一定限度以下の量の微粒子しかパティキュレートフィルタ上に堆積しないようにすることができる。それゆえ、内燃機関の運転条件が偶然合致する場合に比べ、微粒子がパティキュレートフィルタ上に積層状に堆積する前に微粒子をより一層確実に酸化させることができる。

【0029】請求項13に記載の発明によれば、前記酸化剤が、周囲に過剰酸素が存在すると酸素を取り込んで酸素を保持しつつ周囲の酸素濃度が低下するとその保持した酸素を活性酸素の形で放出する酸素吸蔵・活性酸素放出剤である請求項2～12のいずれか一項に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0030】請求項13に記載の内燃機関の排気浄化装置では、パティキュレートフィルタに担持されている酸化剤としての酸素吸蔵・活性酸素放出剤により、周囲に過剰酸素が存在するときに酸素が取り込まれて保持され、周囲の酸素濃度が低下したときにその保持された酸素が活性酸素の形で放出される。そのため、従来の場合のように微粒子がパティキュレートフィルタ上に積層状に堆積した後にその微粒子が輝炎を発して除去されるのと異なり、微粒子がパティキュレートフィルタ上に積層状に堆積する前に、酸素吸蔵・活性酸素放出剤が放出する活性酸素により、輝炎を発することなくその微粒子を酸化除去することができる。

【0031】請求項14に記載の発明によれば、前記逆流手段は、排気ガスがパティキュレートフィルタの壁を第一の向きに通過する順流モードと、排気ガスがパティキュレートの壁を前記第一の向きとは逆向きの第二の向きに通過する逆流モードとを有し、前記燃焼室内に供給される不活性ガスの量を増大していくと煤の発生量が次第に増大してピークに達し、前記燃焼室内に供給される不活性ガスの量を更に増大していくと前記燃焼室内における燃焼時の燃料およびその周囲のガス温が煤の生成温度よりも低くなつて煤がほとんど発生しなくなる内燃機関を用い、前記逆流手段の順流モード時に、煤の発生量がピークとなる不活性ガスの量よりも前記燃焼室内に供給される不活性ガスの量が多く煤がほとんど発生しない燃焼を実行するようとした請求項1～13のいずれか一項に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0032】請求項14に記載の内燃機関の排気浄化装置では、逆流手段の順流モード時に、煤の発生量がピークとなる不活性ガスの量よりも燃焼室内に供給される不活性ガスの量が少ない燃焼が実行され、逆流手段の逆流モード時に、煤の発生量がピークとなる不活性ガスの量よりも燃焼室内に供給される不活性ガスの量が多く煤がほとんど発生しない燃焼が実行される。つまり、煤の発

生量がピークとなる不活性ガスの量よりも燃焼室内に供給される不活性ガスの量が多く煤がほとんど発生しない燃焼が実行されるため、そのときの排気ガス中に含まれるHC、COにより微粒子の酸化除去作用を促進することができる。更に、煤の発生量がピークとなる不活性ガスの量よりも燃焼室内に供給される不活性ガスの量が多く煤がほとんど発生しない燃焼が実行されるときに排気ガスが逆流せしめられる。そのため、煤の発生量がピークとなる不活性ガスの量よりも燃焼室内に供給される不活性ガスの量が少ない燃焼が実行された時にパティキュレートフィルタの一方の表面上に微粒子が堆積し、パティキュレートフィルタのその表面上の触媒が硫黄被毒されてしまつても、パティキュレートフィルタの反対側の表面から流入してパティキュレートフィルタの壁の内部を通過したHC、CO含有排気ガスにより、パティキュレートフィルタの一方の表面上に堆積した微粒子を、硫黄被毒の影響を受けることなく酸化除去することができる。

【0033】請求項15に記載の発明によれば、前記酸化剤が前記パティキュレートフィルタの壁の内部に担持されており、かつ、前記パティキュレートフィルタの壁を通過する排気ガスの流れを逆転させることにより、前記パティキュレートフィルタの壁の内部に一時的に捕集された微粒子を移動させるようにした請求項1～14のいずれか一項に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0034】請求項15に記載の内燃機関の排気浄化装置では、酸化剤がパティキュレートフィルタの壁の内部に担持されているため、パティキュレートフィルタの壁の内部の酸化剤によりパティキュレートフィルタの壁の内部の微粒子をパティキュレートフィルタの壁の内部において酸化除去することができる。更に請求項14に記載の内燃機関の排気浄化装置では、パティキュレートフィルタの壁を通過する排気ガスの流れを逆転させることにより、パティキュレートフィルタの壁の内部に一時的に捕集された微粒子が移動せしめられる。そのため、パティキュレートフィルタの壁の内部の酸化剤によりパティキュレートフィルタの壁の内部の微粒子を酸化除去する酸化除去作用を、パティキュレートフィルタの壁の内部に一時的に捕集された微粒子を移動させることによって促進することができる。

【0035】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を用いて本発明の実施形態について説明する。

【0036】図1は本発明の内燃機関の排気浄化装置を圧縮着火式内燃機関に適用した第一の実施形態を示している。なお、本発明は火花点火式内燃機関にも適用することもできる。図1を参照すると、1は機関本体、2はシリンダブロック、3はシリンダヘッド、4はピストン、5は燃焼室、6は電気制御式燃料噴射弁、7は吸気

弁、8は吸気ポート、9は排気弁、10は排気ポートを夫々示す。吸気ポート8は対応する吸気枝管11を介してサージタンク12に連結され、サージタンク12は吸気ダクト13を介して排気ターボチャージャ14のコンプレッサ15に連結される。吸気ダクト13内にはステップモータ16により駆動されるスロットル弁17が配置され、更に吸気ダクト13周りには吸気ダクト13内を流れる吸入空気を冷却するための冷却装置18が配置される。図1に示される実施形態では機関冷却水が冷却装置18内に導びかれ、機関冷却水によって吸入空気が冷却される。一方、排気ポート10は排気マニホールド19及び排気管20を介して排気ターボチャージャ14の排気タービン21に連結され、排気タービン21の出口はパティキュレートフィルタ22を内蔵したケーシング23に連結される。

【0037】パティキュレートフィルタ22は排気ガスを順流方向にも逆流方向にも流すことができるよう構成されている。71は排気ガスがパティキュレートフィルタ22を順流方向に通過するときにパティキュレートフィルタ22の上流側通路となる第一通路、72は排気ガスがパティキュレートフィルタ22を逆流方向に通過するときにパティキュレートフィルタ22の上流側通路となる第二通路である。73は排気ガスの流れを順流方向と逆流方向とバイパス状態とで切り換えるための排気切換バルブ、74は排気切換バルブ駆動装置である。パティキュレートフィルタ22よりも排気ガス流れの下流側には、排気ガス中の有害成分を無害化するための無害化手段として微粒子捕捉フィルタ80が配置されている。

【0038】排気マニホールド19とサージタンク12とは排気ガス再循環（以下、EGRと称す）通路24を介して互いに連結され、EGR通路24内には電気制御式EGR制御弁25が配置される。また、EGR通路24周りにはEGR通路24内を流れるEGRガスを冷却するための冷却装置26が配置される。図1に示される実施形態では機関冷却水が冷却装置26内に導びかれ、機関冷却水によってEGRガスが冷却される。一方、各燃料噴射弁6は燃料供給管26を介して燃料リザーバ、いわゆるコモンレール27に連結される。このコモンレール27内へは電気制御式の吐出量可変な燃料ポンプ28から燃料が供給され、コモンレール27内に供給された燃料は各燃料供給管26を介して燃料噴射弁6に供給される。コモンレール27にはコモンレール27内の燃料圧を検出するための燃料圧センサ29が取付けられ、燃料圧センサ29の出力信号に基づいてコモンレール27内の燃料圧が目標燃料圧となるように燃料ポンプ28の吐出量が制御される。

【0039】電子制御ユニット30はデジタルコンピュータからなり、双方向性バス31によって互いに接続されたROM（リードオンリーメモリ）32、RAM（ラン

ダムアクセスメモリ）33、CPU（マイクロプロセッサ）34、入力ポート35及び出力ポート36を具備する。燃料圧センサ29の出力信号は対応するAD変換器37を介して入力ポート35に入力される。また、パティキュレートフィルタ22にはパティキュレートフィルタ22の温度を検出するための温度センサ39が取付けられ、この温度センサ39の出力信号は対応するAD変換器37を介して入力ポート35に入力される。アクセルペダル40にはアクセルペダル40の踏込み量Lに比例した出力電圧を発生する負荷センサ41が接続され、負荷センサ41の出力電圧は対応するAD変換器37を介して入力ポート35に入力される。更に入力ポート35にはクランクシャフトが例えば30°回転する毎に出力パルスを発生するクランク角センサ42が接続される。一方、出力ポート36は対応する駆動回路38を介して燃料噴射弁6、スロットル弁駆動用ステップモータ16、EGR制御弁25、及び燃料ポンプ28に接続される。

【0040】図2にパティキュレートフィルタ22の構造を示す。なお、図2において（A）はパティキュレートフィルタ22の正面図を示しており、（B）はパティキュレートフィルタ22の側面断面図を示している。図2（A）及び（B）に示されるようにパティキュレートフィルタ22はハニカム構造をなしており、互いに平行をなして延びる複数個の排気流通路50、51を具備する。これら排気流通路は下流端が栓52により閉塞された排気ガス流入通路50と、上流端が栓53により閉塞された排気ガス流出通路51とにより構成される。なお、図2（A）においてハッチングを付した部分は栓53を示している。従って排気ガス流入通路50及び排気ガス流出通路51は薄肉の隔壁54を介して交互に配置される。云い換えると排気ガス流入通路50及び排気ガス流出通路51は各排気ガス流入通路50が4つの排気ガス流出通路51によって包囲され、各排気ガス流出通路51が4つの排気ガス流入通路50によって包囲されるように配置される。パティキュレートフィルタ22は例えばコーナーライトのような多孔質材料から形成されており、従って排気ガス流入通路50内に流入した排気ガスは図2（B）において矢印で示されるように周囲の隔壁54内を通って隣接する排気ガス流出通路51内に流出する。

【0041】本発明による実施形態では各排気ガス流入通路50及び各排気ガス流出通路51の周壁面、即ち各隔壁54の両側表面上、栓53の外端面及び栓52、53の内端面上には全面に亘って例えばアルミナからなる担体の層が形成されており、この担体上には、貴金属触媒、及び周囲に過剰酸素が存在すると酸素を吸収する酸素保持剤が、パティキュレートフィルタの隔壁54の表面上に一

時に捕集された微粒子を酸化するための酸化触媒として担持されている。

【0042】この場合、本発明による実施形態では貴金属触媒として白金Ptが用いられており、酸素吸蔵・活性酸素放出剤としてカリウムK、ナトリウムNa、リチウムLi、セシウムCs、ルビジウムRbのようなアルカリ金属、バリウムBa、カルシウムCa、ストロンチウムSrのようなアルカリ土類金属、ラントンLa、イットリウムYのような希土類、及び遷移金属から選ばれた少なくとも一つが用いられている。なお、この場合酸素吸蔵・活性酸素放出剤としてはカルシウムCaよりもイオン化傾向の高いアルカリ金属又はアルカリ土類金属、即ちカリウムK、リチウムLi、セシウムCs、ルビジウムRb、バリウムBa、ストロンチウムSrを用いることが好ましい。

【0043】次にパティキュレートフィルタ22による排気ガス中の微粒子除去作用について担体上に白金Pt及びカリウムKを担持させた場合を例にとって説明するが他の貴金属、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類、遷移金属を用いても同様な微粒子除去作用が行われる。図1に示されるような圧縮着火式内燃機関では空気過剰のもとで燃焼が行われ、従って排気ガスは多量の過剰空気を含んでいる。即ち、吸気通路及び燃焼室5内に供給された空気と燃料との比を排気ガスの空燃比と称すると図1に示されるような圧縮着火式内燃機関では排気ガスの空燃比はリーンとなっている。また、燃焼室5内ではNOが発生するので排気ガス中にはNOが含まれている。また、燃料中にはイオウSが含まれており、このイオウSは燃焼室5内で酸素と反応してSO<sub>2</sub>となる。従って排気ガス中にはSO<sub>2</sub>が含まれている。従って過剰酸素、NO及びSO<sub>2</sub>を含んだ排気ガスがパティキュレートフィルタ22の排気ガス流入通路50内に流入することになる。

【0044】図3(A)及び(B)は排気ガス流入通路50の内周面上に形成された担体層の表面の拡大図を模式的に表わしている。なお、図3(A)及び(B)において60は白金Ptの粒子を示しており、61はカリウムKを含んでいる酸素吸蔵・活性酸素放出剤を示している。上述したように排気ガス中には多量の過剰酸素が含まれているので排気ガスがパティキュレートフィルタ22の排気ガス流入通路50内に流入すると図3(A)に示されるようにこれら酸素O<sub>2</sub>がO<sub>2</sub><sup>-</sup>又はO<sup>2-</sup>の形で白金Ptの表面に付着する。一方、排気ガス中のNOは白金Ptの表面上でO<sub>2</sub><sup>-</sup>又はO<sup>2-</sup>と反応し、NO<sub>2</sub>となる(2NO+O<sub>2</sub>→2NO<sub>2</sub>)。次いで生成されたNO<sub>2</sub>の一部は白金Pt上で酸化されつつ酸素吸蔵・活性酸素放出剤61内に吸収され、カリウムKと結合しながら図3(A)に示されるように硝酸イオンNO<sub>3</sub><sup>-</sup>の形で酸素吸蔵・活性酸素放出剤61内に拡散し、硝酸カリウムKNO<sub>3</sub>を生成する。

【0045】一方、上述したように排気ガス中にはSO<sub>2</sub>も含まれており、このSO<sub>2</sub>もNOと同様なメカニズムによって酸素吸蔵・活性酸素放出剤61内に吸収される。即ち、上述したように酸素O<sub>2</sub>がO<sub>2</sub><sup>-</sup>又はO<sup>2-</sup>の形で白金Ptの表面に付着しており、排気ガス中のSO<sub>2</sub>は白金Ptの表面でO<sub>2</sub><sup>-</sup>又はO<sup>2-</sup>と反応してSO<sub>3</sub>となる。次いで生成されたSO<sub>3</sub>の一部は白金Pt上で更に酸化されつつ酸素吸蔵・活性酸素放出剤61内に吸収され、カリウムKと結合しながら硫酸イオンSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>の形で酸素吸蔵・活性酸素放出剤61内に拡散し、硫酸カリウムK<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>を生成する。このようにして酸素吸蔵・活性酸素放出触媒61内には硝酸カリウムKNO<sub>3</sub>及び硫酸カリウムK<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>が生成される。

【0046】一方、燃焼室5内においては主にカーボンCからなる微粒子が生成され、従って排気ガス中にはこれら微粒子が含まれている。排気ガス中に含まれているこれら微粒子は排気ガスがパティキュレートフィルタ22の排気ガス流入通路50内を流れているときに、或いは排気ガス流入通路50から排気ガス流出通路51に向かうときに図3(B)において62で示されるように担体層の表面、例えば酸素吸蔵・活性酸素放出剤61の表面上に接触し、付着する。

【0047】このように微粒子62が酸素吸蔵・活性酸素放出剤61の表面上に付着すると微粒子62と酸素吸蔵・活性酸素放出剤61との接触面では酸素濃度が低下する。酸素濃度が低下すると酸素濃度の高い酸素吸蔵・活性酸素放出剤61内との間で濃度差が生じ、斯くして酸素吸蔵・活性酸素放出剤61内の酸素が微粒子62と酸素吸蔵・活性酸素放出剤61との接触面に向けて移動しようとする。その結果、酸素吸蔵・活性酸素放出剤61内に形成されている硝酸カリウムKNO<sub>3</sub>がカリウムKと酸素OとNOとに分解され、酸素Oが微粒子62と酸素吸蔵・活性酸素放出剤61との接触面に向かい、NOが酸素吸蔵・活性酸素放出剤61から外部に放出される。外部に放出されたNOは下流側の白金Pt上において酸化され、再び酸素吸蔵・活性酸素放出剤61内に吸収される。

【0048】一方、このとき酸素吸蔵・活性酸素放出剤61内に形成されている硫酸カリウムK<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>もカリウムKと酸素OとSO<sub>2</sub>とに分解され、酸素Oが微粒子62と酸素吸蔵・活性酸素放出剤61との接触面に向かい、SO<sub>2</sub>が酸素吸蔵・活性酸素放出剤61から外部に放出される。外部に放出されたSO<sub>2</sub>は下流側の白金Pt上において酸化され、再び酸素吸蔵・活性酸素放出剤61内に吸収される。ただし、硫酸カリウムK<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>は、安定化しているために硝酸カリウムKNO<sub>3</sub>に比べて活性酸素を放出しづらい。

【0049】一方、微粒子62と酸素吸蔵・活性酸素放出剤61との接触面に向かう酸素Oは硝酸カリウムKNO<sub>3</sub>や硫酸カリウムK<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>のような化合物から分解

された酸素である。化合物から分解された酸素〇は高いエネルギーを有しており、極めて高い活性を有する。従って微粒子62と酸素吸蔵・活性酸素放出剤61との接触面に向かう酸素は活性酸素〇となっている。これら活性酸素〇が微粒子62に接触すると微粒子62はただちに輝炎を発することなく酸化せしめられ、微粒子62は完全に消滅する。従って微粒子62はパティキュレートフィルタ22上にほとんど堆積することがない。

【0050】あるいは、活性酸素〇が微粒子62に接触すると微粒子62の酸化作用が促進され、微粒子62は数分から数10分の短時間のうちに輝炎を発することなく酸化せしめられる。このように微粒子が酸化せしめられている間に他の微粒子が次から次へとパティキュレートフィルタ22に付着する。従ってパティキュレートフィルタ22上にはある程度の量の微粒子が常時堆積しており、この堆積している微粒子のうちの一部の微粒子が酸化除去せしめられることになる。このようにしてパティキュレートフィルタ22上に付着した微粒子が輝炎を発することなく連続燃焼せしめられる。

【0051】尚、NO<sub>x</sub>は酸素原子の結合及び分離を繰り返しつつ酸素吸蔵・活性酸素放出剤61内において硝酸イオンNO<sub>3</sub><sup>-</sup>の形で拡散するものと考えられ、この間にも活性酸素が発生する。微粒子62はこの活性酸素によって酸化せしめられる。また、このようにパティキュレートフィルタ22上に付着した微粒子62は活性酸素〇によって酸化せしめられるがこれら微粒子62は排気ガス中の酸素によっても酸化せしめられる。

【0052】従来のようにパティキュレートフィルタ22上に積層状に堆積した微粒子が燃焼せしめられるときにはパティキュレートフィルタ22が赤熱し、火炎を伴って燃焼する。このような火炎を伴う燃焼は高温でないと持続せず、従ってこのような火炎を伴なう燃焼を持続させるためにはパティキュレートフィルタ22の温度を高温に維持しなければならない。

【0053】これに対して本発明では微粒子62は上述したように輝炎を発することなく酸化せしめられ、このときパティキュレートフィルタ22の表面が赤熱することもない。即ち、云い換えると本発明では従来に比べてかなり低い温度でもって微粒子62が酸化除去せしめられている。従って本発明による輝炎を発しない微粒子62の酸化による微粒子除去作用は火炎を伴う従来の燃焼による微粒子除去作用と全く異なっている。

【0054】ところで白金Pt及び酸素吸蔵・活性酸素放出剤61はパティキュレートフィルタ22の温度が高くなるほど活性化するので単位時間当たりに酸素吸蔵・活性酸素放出剤61が放出しうる活性酸素〇の量はパティキュレートフィルタ22の温度が高くなるほど増大する。また当然のことながら微粒子自身の温度が高いほど酸化除去されやすくなる。従ってパティキュレートフィルタ22上において単位時間当たりに輝炎を発することな

く酸化除去可能な酸化除去可能微粒子量はパティキュレートフィルタ22の温度が高くなるほど増大する。

【0055】図5の実線は単位時間当たりに輝炎を発することなく酸化除去可能な酸化除去可能微粒子量Gを示している。図5において横軸はパティキュレートフィルタ22の温度TFを示している。尚、図5は単位時間を1秒とした場合の、即ち1秒当たりの酸化除去可能微粒子量Gを示しているがこの単位時間としては1分、10分等任意の時間を採用することができる。例えば単位時間として10分を用いた場合には単位時間当たりの酸化除去可能微粒子量Gは10分間当たりの酸化除去可能微粒子量Gを表すことになり、この場合でもパティキュレートフィルタ22上において単位時間当たりに輝炎を発することなく酸化除去可能な酸化除去可能微粒子量Gは図5に示されるようにパティキュレートフィルタ22の温度が高くなるほど増大する。

【0056】単位時間当たりに燃焼室5から排出される微粒子の量を排出微粒子量Mと称するとこの排出微粒子量Mが酸化除去可能微粒子Gよりも少ないと、即ち図5の領域Iでは燃焼室5から排出された全ての微粒子がパティキュレートフィルタ22に接触するや否や短時間のうちにパティキュレートフィルタ22上において輝炎を発することなく酸化除去せしめられる。

【0057】これに対し、排出微粒子量Mが酸化除去可能微粒子量Gよりも多いとき、即ち図5の領域IIでは全ての微粒子を酸化するには活性酸素量が不足している。図4(A)～(C)はこのような場合の微粒子の酸化の様子を示している。即ち、全ての微粒子を酸化するには活性酸素量が不足している場合には図4(A)に示すように微粒子62が酸素吸蔵・活性酸素放出剤61上に付着すると微粒子62の一部のみが酸化され、十分に酸化されなかった微粒子部分が担体層上に残留する。次いで活性酸素量が不足している状態が継続すると次から次へと酸化されなかった微粒子部分が担体層上に残留し、その結果図4(B)に示されるように担体層の表面が残留微粒子部分63によって覆われるようになる。

【0058】担体層の表面を覆うこの残留微粒子部分63は次第に酸化されにくいカーボン質に変質し、斯くてこの残留微粒子部分63はそのまま残留しやすくなる。また、担体層の表面が残留微粒子部分63によって覆われると白金PtによるNO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub>の酸化作用及び酸素吸蔵・活性酸素放出剤61による活性酸素の放出作用が抑制される。その結果、図4(C)に示されるように残留微粒子部分63の上に別の微粒子64が次から次へと堆積する。即ち、微粒子が積層状に堆積することになる。このように微粒子が積層状に堆積するとこれら微粒子は白金Ptや酸素吸蔵・活性酸素放出剤61から距離を隔てているためにたとえ酸化されやすい微粒子であってもものはや活性酸素〇によって酸化されることがなく、従ってこの微粒子64上に更に別の微粒子が次から

次へと堆積する。即ち、排出微粒子量Mが酸化除去可能微粒子量Gよりも多い状態が継続するとパティキュレートフィルタ22上には微粒子が積層状に堆積し、斯くして排気ガス温を高温にするか、或いはパティキュレートフィルタ22の温度を高温にしない限り、堆積した微粒子を着火燃焼させることができなくなる。

【0059】このように図5の領域Iでは微粒子はパティキュレートフィルタ22上において輝炎を発することなく短時間のうちに酸化せしめられ、図5の領域IIでは微粒子がパティキュレートフィルタ22上に積層状に堆積する。従って微粒子がパティキュレートフィルタ22上に積層状に堆積しないようにするために排出微粒子量Mを常時酸化除去可能微粒子量Gよりも少なくしておく必要がある。

【0060】図5からわかるように本発明の実施形態で用いられているパティキュレートフィルタ22ではパティキュレートフィルタ22の温度TFがかなり低くても微粒子を酸化させることができあり、従って図1に示す圧縮着火式内燃機関において排出微粒子量M及びパティキュレートフィルタ22の温度TFを排出微粒子量Mが酸化除去可能微粒子量Gよりも常時少なくなるように維持することが可能である。従って本発明による第1の実施形態においては排出微粒子量M及びパティキュレートフィルタ22の温度TFを排出微粒子量Mが酸化除去可能微粒子量Gよりも常時少なくなるように維持するようしている。

【0061】排出微粒子量Mが酸化除去可能微粒子量Gよりも常時少ないとパティキュレートフィルタ22上に微粒子がほとんど堆積せず、斯くして背圧がほとんど上昇しない。従って機関出力は低下しない。あるいは、排出微粒子量Mが酸化除去可能微粒子量Gよりも少なくなるように維持するとパティキュレートフィルタ22上に微粒子が積層状に堆積しなくなる。その結果、パティキュレートフィルタ22における排気ガス流の圧損は全くと言っていいほど変化することなくほぼ一定の最小圧損値に維持される。斯くして機関の出力低下を最小限に維持することができる。

【0062】一方、前述したように一旦微粒子がパティキュレートフィルタ22上において積層状に堆積するとたとえ排出微粒子量Mが酸化除去可能微粒子量Gよりも少なくなったとしても活性酸素O<sub>2</sub>により微粒子を酸化させることは困難である。しかしながら酸化されなかつた微粒子部分が残留しあじめているときに、即ち微粒子が一定限度以下しか堆積していないときに排気微粒子量Mが酸化除去可能微粒子量Gよりも少なくなるとこの残留微粒子部分は活性酸素O<sub>2</sub>によって輝炎を発することなく酸化除去される。従って第2の実施形態では排出微粒子量Mが酸化除去可能微粒子量Gよりも通常少くなり、かつ排出微粒子量Mが一時的に酸化除去可能微粒子量Gよりも多くなったとしても図4(B)に示されるように担

体層の表面が残留微粒子部分63によって覆われないよう、即ち排出微粒子量Mが酸化除去可能微粒子量Gよりも少なくなったときに酸化除去しうる一定限度以下の量の微粒子しかパティキュレートフィルタ22上に積層しないように排出微粒子量M及びパティキュレートフィルタ22の温度TFを維持するようしている。

【0063】機関始動直後はパティキュレートフィルタ22の温度TFは低く、従ってこのときには排出微粒子量Mの方が酸化除去可能微粒子量Gよりも多くなる。従って実際の運転を考えると第2の実施形態の方が現実に合っていると考えられる。一方、第1の実施形態又は第2の実施形態を実行しうるよう排出微粒子量M及びパティキュレートフィルタ22の温度TFを制御していくとしてもパティキュレートフィルタ22上に微粒子が積層状に堆積する場合がある。このような場合には排気ガスの一部又は全体の空燃比を一時的にリッチにすることによってパティキュレートフィルタ22上に堆積した微粒子を輝炎を発することなく酸化させることができる。

【0064】即ち、排気ガスの空燃比をリッチにすると、即ち排気ガス中の酸素濃度を低下させると酸素吸収・活性酸素放出剤61から外部に活性酸素O<sub>2</sub>が一気に放出され、これら一気に放出された活性酸素O<sub>2</sub>によって堆積した微粒子が輝炎を発することなく一気に燃焼除去される。あるいは、活性酸素が放出されることによって、微粒子が酸化されやすいものに変質し、単位時間当りの酸化除去可能量が増加する。この場合、パティキュレートフィルタ22上において微粒子が積層状に堆積したときに排気ガスの空燃比をリッチにしてもよいし、周期的に排気ガスの空燃比をリッチにしてもよい。排気ガスの空燃比をリッチにする方法としては、例えば機関負荷が比較的低いときにEGR率(EGRガス量/(吸入空気量+EGRガス量))が65パーセント以上となるようにスロットル弁17の開度及びEGR制御弁25の開度を制御し、このとき燃焼室5内における平均空燃比がリッチになるように噴射量を制御する方法を用いることができる。

【0065】図6に機関の運転制御ルーチンの一例を示す。図6を参照するとまず最初にステップ100において燃焼室5内の平均空燃比をリッチにすべきか否かが判別される。燃焼室5内の平均空燃比をリッチにする必要がないときには排出微粒子量Mが酸化除去可能微粒子量Gよりも少なくなるようにステップ101においてスロットル弁17の開度が制御され、ステップ102においてEGR制御弁25の開度が制御され、ステップ103において燃料噴射量が制御される。

【0066】一方、ステップ100において燃焼室5内の平均空燃比をリッチにすべきであると判別されたときにはEGR率が65パーセント以上になるようにステップ104においてスロットル弁17の開度が制御され、ステップ105においてEGR制御弁25の開度が制御され、

され、燃焼室5内の平均空燃比がリッチとなるようにステップ106において燃料噴射量が制御される。

【0067】一方、空燃比がリーンに維持されていると白金Ptの表面が酸素で覆われ、いわゆる白金Ptの酸素被毒が生ずる。このような酸素被毒が生ずるとNO<sub>x</sub>に対する酸化作用が低下するためにNO<sub>x</sub>の吸収効率が低下し、斯くて酸素吸蔵・活性酸素放出剤61からの活性酸素放出量が低下する。しかしながら空燃比がリッチにされると白金Pt表面上の酸素が消費されるために酸素被毒が解消され、従って空燃比がリッチからリーンに切換えるとNO<sub>x</sub>に対する酸化作用が強まるためにNO<sub>x</sub>の吸収効率が高くなり、斯くて酸素吸蔵・活性酸素放出剤61からの活性酸素放出量が増大する。

【0068】従って空燃比がリーンに維持されているときに空燃比を時折リーンからリッチに一時的に切換えるとその都度白金Ptの酸素被毒が解消されるために空燃比がリーンであるときの活性酸素放出量が増大し、斯くてパティキュレートフィルタ22上における微粒子の酸化作用を促進することができる。

【0069】また、セリウムCeは空燃比がリーンのときには酸素を取り込み(Ce<sub>2</sub>O<sub>3</sub>→2CeO<sub>2</sub>)、空燃比がリッチになると活性酸素を放出する(2CeO<sub>2</sub>→Ce<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)機能を有する。従って酸素吸蔵・活性酸素放出剤61としてセリウムCeを用いると空燃比がリーンのときにはパティキュレートフィルタ22上に微粒子が付着すると酸素吸蔵・活性酸素放出剤61から放出された活性酸素によって微粒子が酸化され、空燃比がリッチになると酸素吸蔵・活性酸素放出剤61から多量の活性酸素が放出されるために微粒子が酸化される。従って酸素吸蔵・活性酸素放出剤61としてセリウムCeを用いた場合にも空燃比を時折リーンからリッチに一時的に切換えるとパティキュレートフィルタ22上における微粒子の酸化反応を促進することができる。尚、セリウムCeの代わりに、錫などの遷移金属を用いることもできる。

【0070】ところで燃料や潤滑油はカルシウムCaを含んでおり、従って排気ガス中にカルシウムCaが含まれている。このカルシウムCaはSO<sub>3</sub>が存在すると硫酸カルシウムCaSO<sub>4</sub>を生成する。この硫酸カルシウムCaSO<sub>4</sub>は固体であって高温になっても熱分解しない。従って硫酸カルシウムCaSO<sub>4</sub>が生成されるとこの硫酸カルシウムCaSO<sub>4</sub>によってパティキュレートフィルタ22の細孔が閉塞されてしまい、その結果排気ガスがパティキュレートフィルタ22内を流れづらくなる。この場合、酸素吸蔵・活性酸素放出剤61としてカルシウムCaよりもイオン化傾向の高いアルカリ金属又はアルカリ土類金属、例えばカリウムKを用いると酸素吸蔵・活性酸素放出剤61内に拡散するSO<sub>3</sub>はカリウムKと結合して硫酸カリウムK<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>を形成し、カルシウムCaはSO<sub>3</sub>と結合することなくパティキュレ

トフィルタ22の隔壁54を通過して排気ガス流出通路51内に流出する。従ってパティキュレートフィルタ22の細孔が詰まりすることがなくなる。従って前述したように酸素吸蔵・活性酸素放出剤61としてはカルシウムCaよりもイオン化傾向の高いアルカリ金属又はアルカリ土類金属、即ちカリウムK、リチウムLi、セシウムCs、ルビジウムRb、バリウムBa、ストロンチウムSrを用いることが好ましいことになる。

【0071】また、本発明はパティキュレートフィルタ22の両側面上に形成された担体の層上に白金Ptのような貴金属のみを担持した場合にも適用することができる。ただし、この場合には酸化除去可能微粒子量Gを示す実線は図5に示す実線に比べて若干右側に移動する。この場合には白金Ptの表面上に保持されるNO<sub>2</sub>又はSO<sub>3</sub>から活性酸素が放出される。また、酸素吸蔵・活性酸素放出剤としてNO<sub>2</sub>又はSO<sub>3</sub>を吸着保持し、これら吸着されたNO<sub>2</sub>又はSO<sub>3</sub>から活性酸素を放出しうる触媒を用いることもできる。

【0072】図7は図2(B)に示したパティキュレートフィルタの隔壁54の拡大断面図である。図7において、66は隔壁54の内部に広がっている排気ガス通路、67はパティキュレートフィルタの基材、261はパティキュレートフィルタの隔壁54の表面上に担持されている酸素吸蔵・活性酸素放出剤である。上述したように、この酸素吸蔵・活性酸素放出剤261はパティキュレートフィルタの隔壁54の表面上に一時的に捕集された微粒子を酸化する機能を有する。161はパティキュレートフィルタの隔壁54の内部に担持されている酸素吸蔵・活性酸素放出剤である。この酸素吸蔵・活性酸素放出剤161も、酸素吸蔵・活性酸素放出剤261と同様な酸化機能を有し、パティキュレートフィルタの隔壁54の内部に一時的に捕集された微粒子を酸化することができる。

【0073】図8は図1に示したパティキュレートフィルタ22の拡大図である。詳細には、図8(A)はパティキュレートフィルタの拡大平面図、図8(B)はパティキュレートフィルタの拡大側面図である。図9は排気切換バルブの切換位置と排気ガスの流れとの関係を示した図である。詳細には、図9(A)は排気切換バルブ73が順流位置にあるときの図、図9(B)は排気切換バルブ73が逆流位置にあるときの図、図9(C)は排気切換バルブ73がバイパス位置にあるときの図である。排気切換バルブ73が順流位置にあるとき、図9(A)に示すように、排気切換バルブ73を通過してケーシング23内に流入した排気ガスは、まず第一通路71を通過し、次いでパティキュレートフィルタ22を通過し、最後に第二通路72を通過し、再び排気切換バルブ73を通過して排気管に戻される。排気切換バルブ73が逆流位置にあるとき、図9(B)に示すように、排気切換バルブ73を通過してケーシング23内に流入した排気

ガスは、まず第二通路72を通過し、次いでパティキュレートフィルタ22を図9(A)に示した場合とは逆向きに通過し、最後に第一通路71を通過し、再び排気切換バルブ73を通過して排気管に戻される。排気切換バルブ73がバイパス位置にあるとき、図9(C)に示すように、第一通路71内の圧力と第二通路72内の圧力とが等しくなるために、排気切換バルブ73に到達した排気ガスはケーシング23内に流入することなくそのまま排気切換バルブ73を通過する。

【0074】図10は排気切換バルブ73の位置が切り換えられるのに応じてパティキュレートフィルタの隔壁54の内部の微粒子が移動する様子を示した図である。詳細には、図10(A)は排気切換バルブ73が順流位置(図9(A)参照)にあるときのパティキュレートフィルタの隔壁54の拡大断面図、図10(B)は排気切換バルブ73が順流位置から逆流位置(図9(B)参照)に切り換えられたときのパティキュレートフィルタの隔壁54の拡大断面図である。図10(A)に示すように、排気切換バルブ73が順流位置に配置され、排気ガスが上側から下側に流れているとき、隔壁内部の排気ガス通路66内に存在する微粒子162は、排気ガスの流れによって隔壁内部の酸素吸蔵・活性酸素放出剤161に押しつけられ、その上に堆積してしまっている。そのため、酸素吸蔵・活性酸素放出剤161に直接接触していない微粒子162は、十分な酸化作用を受けていない。次に図10(B)に示すように排気切換バルブ73が順流位置から逆流位置に切り換えられて排気ガスが下側から上側に流れると、隔壁内部の排気ガス通路66内に存在する微粒子162は排気ガスの流れによって移動せしめられる。その結果、十分に酸化作用を受けていなかった微粒子162が、酸素吸蔵・活性酸素放出剤161に直接接触せしめられ、十分な酸化作用を受けるようになる。また、排気切換バルブ73が順流位置に配置されていたとき(図10(A)参照)にパティキュレートフィルタの隔壁表面の酸素吸蔵・活性酸素放出剤261上に堆積していた微粒子の一部は、排気切換バルブ73が順流位置から逆流位置に切り換えられることにより、パティキュレートフィルタの隔壁表面の酸素吸蔵・活性酸素放出剤261上から脱離する(図10(B)参照)。

【0075】本実施形態では、図9(A)に示す排気切換バルブ73の順流位置から図9(B)に示す順流位置への切り換え、及び、図9(B)に示す逆流位置から図9(A)に示す順流位置への切り換えは、パティキュレートフィルタ22の隔壁54に捕集される微粒子をパティキュレートフィルタ22の隔壁54の上面と下面(図7参照)とに分散させるようにして行われる。そのように排気切換バルブ73の切換を行うことにより、パティキュレートフィルタ22の隔壁54に捕集された微粒子が酸化除去されることなく堆積する可能性が低減せしめ

られる。好適には、パティキュレートフィルタ22の隔壁54に捕集される微粒子は、パティキュレートフィルタ22の隔壁54の上面と下面とにほぼ同程度に分散される。

【0076】図11は排気切換バルブ73の切換時にパティキュレートフィルタの隔壁表面の酸素吸蔵・活性酸素放出剤261上から脱離した微粒子62が微粒子捕捉フィルタ80により捕捉される様子を示した図である。詳細には、図11(A)は排気切換バルブ73が順流位置に配置されている時であって図10(A)に対応する図であり、図11(B)は排気切換バルブ73が順流位置から逆流位置に切り換えられた時であって図10(B)に対応する図である。図11に示すように、排気切換バルブ73が順流位置に配置されていた時にパティキュレートフィルタの隔壁表面の酸素吸蔵・活性酸素放出剤上に堆積していた微粒子62の一部は、排気切換バルブ73が順流位置から逆流位置に切り換えられる時にパティキュレートフィルタの隔壁表面の酸素吸蔵・活性酸素放出剤上から脱離し、その脱離した微粒子62は、パティキュレートフィルタ22の排気ガス流れの下流側に配置された微粒子捕捉フィルタ80により捕捉される。

【0077】図12は機関低負荷運転時にスロットル弁17の開度およびEGR率を変化させることにより空燃比A/F(図12の横軸)を変化させたときの出力トルクの変化、およびスモーク、HC、CO、NOxの排出量の変化を示す実験例を表している。図12からわかるようにこの実験例では空燃比A/Fが小さくなるほどEGR率が大きくなり、理論空燃比( $\approx 14.6$ )以下のときにはEGR率は65パーセント以上となっている。図12に示されるようにEGR率を増大することにより空燃比A/Fを小さくしていくとEGR率が40パーセント付近となり空燃比A/Fが30程度になったときにスモークの発生量が増大を開始する。次いで、更にEGR率を高め、空燃比A/Fを小さくするとスモークの発生量が急激に増大してピークに達する。次いで更にEGR率を高め、空燃比A/Fを小さくすると今度はスモークが急激に低下し、EGR率を65パーセント以上とし、空燃比A/Fが15.0付近になるとスモークがほぼ零となる。即ち、煤がほとんど発生しなくなる。このとき機関の出力トルクは若干低下し、またNOxの発生量がかなり低くなる。一方、このときHC、COの発生量は増大し始める。

【0078】図13(A)は空燃比A/Fが21付近でスモークの発生量が最も多いときの燃焼室5内の燃焼圧変化を示しており、図13(B)は空燃比A/Fが18付近でスモークの発生量がほぼ零のときの燃焼室5内の燃焼圧の変化を示している。図13(A)と図13

(B)とを比較すればわかるようにスモークの発生量がほぼ零である図13(B)に示す場合はスモークの発生

量が多い図13(A)に示す場合に比べて燃焼圧が低いことがわかる。

【0079】図12および図13に示される実験結果から次のことが言える。即ち、まず第1に空燃比A/Fが15.0以下でスモークの発生量がほぼ零のときには図12に示されるようにNOxの発生量がかなり低下する。NOxの発生量が低下したということは燃焼室5内の燃焼温度が低下していることを意味しており、従って煤がほとんど発生しないときには燃焼室5内の燃焼温度が低くなっていると言える。同じことが図13からも言える。即ち、煤がほとんど発生していない図13(B)に示す状態では燃焼圧が低くなっている、従ってこのとき燃焼室5内の燃焼温度は低くなっていることになる。

【0080】第2にスモークの発生量、即ち煤の発生量がほぼ零になると図12に示されるようにHCおよびCOの排出量が増大する。このことは炭化水素が煤まで成長せずに排出されることを意味している。即ち、燃料中に含まれる図14に示されるような直鎖状炭化水素や芳香族炭化水素は酸素不足の状態で温度上昇せしめられると熱分解して煤の前駆体が形成され、次いで主に炭素原子が集合した固体からなる煤が生成される。この場合、実際の煤の生成過程は複雑であり、煤の前駆体がどのような形態をとるかは明確ではないがいずれにしても図14に示されるような炭化水素は煤の前駆体を経て煤まで成長することになる。従って、上述したように煤の発生量がほぼ零になると図12に示される如くHCおよびCOの排出量が増大するがこのときのHCは煤の前駆体又はその前の状態の炭化水素である。

【0081】図12および図13に示される実験結果に基づくこれらの考察をまとめると燃焼室5内の燃焼温度が低いときには煤の発生量がほぼ零になり、このとき煤の前駆体又はその前の状態の炭化水素が燃焼室5から排出されることになる。このことについて更に詳細に実験研究を重ねた結果、燃焼室5内における燃料およびその周囲のガス温度が或る温度以下である場合には煤の成長過程が途中で停止してしまい、即ち煤が全く発生せず、燃焼室5内における燃料およびその周囲の温度が或る温度以上になると煤が生成されることが判明したのである。

【0082】ところで煤の前駆体の状態で炭化水素の生成過程が停止するときの燃料およびその周囲の温度、即ち上述の或る温度は燃料の種類や空燃比の圧縮比等の種々の要因によって変化するので何度であるかということは言えないがこの或る温度はNOxの発生量と深い関係を有しており、従ってこの或る温度はNOxの発生量から或る程度規定することができる。即ち、EGR率が増大するほど燃焼時の燃料およびその周囲のガス温度は低下し、NOxの発生量が低下する。このときNOxの発生量が10p.p.m前後又はそれ以下になったときに煤がほとんど発生しなくなる。従って上述の或る温度はNO

xの発生量が10p.p.m前後又はそれ以下になったときの温度にはほぼ一致する。

【0083】一旦、煤が生成されるとこの煤は酸化機能を有する触媒を用いた後処理でもって浄化することはできない。これに対して煤の前駆体又はその前の状態の炭化水素は酸化機能を有する触媒を用いた後処理でもって容易に浄化することができる。このように酸化機能を有する触媒による後処理を考えると炭化水素を煤の前駆体又はその前の状態で燃焼室5から排出させるか、或いは煤の形で燃焼室5から排出させるかについては極めて大きな差がある。本発明において採用されている新たな燃焼システムは燃焼室5内において煤を生成させることなく炭化水素を煤の前駆体又はその前の状態の形でもって燃焼室5から排出させ、この炭化水素を酸化機能を有する触媒により酸化せしめることを核としている。

【0084】さて、煤が生成される前の状態で炭化水素の成長を停止させるには燃焼室5内における燃焼時の燃料およびその周囲のガス温度を煤が生成される温度よりも低い温度に抑制する必要がある。この場合、燃料およびその周囲のガス温度を抑制するには燃料が燃焼した際の燃料周りのガスの吸熱作用が極めて大きく影響することが判明している。即ち、燃料周りに空気しか存在しないと蒸発した燃料はただちに空気中の酸素と反応して燃焼する。この場合、燃料から離れている空気の温度はさほど上昇せず、燃料周りの温度のみが局所的に極めて高くなる。即ち、このときには燃料から離れている空気は燃料の燃焼熱の吸熱作用をほとんど行わない。この場合には燃焼温度が局所的に極めて高くなるために、この燃焼熱を受けた未燃炭化水素は煤を生成することになる。

【0085】一方、多量の不活性ガスと少量の空気の混合ガス中に燃料が存在する場合には若干状況が異なる。この場合には蒸発燃料は周囲に拡散して不活性ガス中に混在する酸素と反応し、燃焼することになる。この場合には燃焼熱は周囲の不活性ガスに吸収されるために燃焼温度はさほど上昇しなくなる。即ち、燃焼温度を低く抑えることができることになる。即ち、燃焼温度を抑制するには不活性ガスの存在が重要な役割を果しており、不活性ガスの吸熱作用によって燃焼温度を低く抑えることができることになる。

【0086】この場合、燃料およびその周囲のガス温度を煤が生成される温度よりも低い温度に抑制するにはそうするのに十分な熱量を吸収しうるだけの不活性ガス量が必要となる。従って燃料量が増大すれば必要となる不活性ガス量はそれに伴なって増大することになる。なお、この場合、不活性ガスの比熱が大きいほど吸熱作用が強力となり、従って不活性ガスは比熱の大きなガスが好ましいことになる。この点、CO<sub>2</sub>やEGRガスは比較的比熱が大きいので不活性ガスとしてEGRガスを用いることは好ましいと言える。

【0087】図15は不活性ガスとしてEGRガスを用

い、EGRガスの冷却度合を変えたときのEGR率とスマートとの関係を示している。即ち、図15において曲線AはEGRガスを強力に冷却してEGRガス温をほぼ90℃に維持した場合を示しており、曲線Bは小型の冷却装置でEGRガスを冷却した場合を示しており、曲線CはEGRガスを強制的に冷却していない場合を示している。図15の曲線Aで示されるようにEGRガスを強力に冷却した場合にはEGR率が50パーセントよりも少し低いところで煤の発生量がピークとなり、この場合にはEGR率をほぼ55パーセント以上にすれば煤がほとんど発生しなくなる。一方、図15の曲線Bで示されるようにEGRガスを少し冷却した場合にはEGR率が50パーセントよりも少し高いところで煤の発生量がピークとなり、この場合にはEGR率をほぼ65パーセント以上にすれば煤がほとんど発生しなくなる。また、図15の曲線Cで示されるようにEGRガスを強制的に冷却していない場合にはEGR率が55パーセントの付近で煤の発生量がピークとなり、この場合にはEGR率をほぼ70パーセント以上にすれば煤がほとんど発生しなくなる。なお、図15は機関負荷が比較的高いときのスマートの発生量を示しており、機関負荷が小さくなると煤の発生量がピークとなるEGR率は若干低下し、煤がほとんど発生しなくなるEGR率の下限も若干低下する。このように煤がほとんど発生しなくなるEGR率の下限はEGRガスの冷却度合や機関負荷に応じて変化する。

【0088】図16は不活性ガスとしてEGRガスを用いた場合において燃焼時の燃料およびその周囲のガス温度を煤が生成される温度よりも低い温度にするために必要なEGRガスと空気の混合ガス量、およびこの混合ガス量中の空気の割合、およびこの混合ガス中のEGRガスの割合を示している。なお、図16において縦軸は燃焼室5内に吸入される全吸入ガス量を示しており、鎖線Yは過給が行われないときに燃焼室5内に吸入しうる全吸入ガス量を示している。また、横軸は要求負荷を示している。

【0089】図16を参照すると空気の割合、即ち混合ガス中の空気量は噴射された燃料を完全に燃焼せしめるのに必要な空気量を示している。即ち、図16に示される場合では空気量と噴射燃料量との比は理論空燃比となっている。一方、図16においてEGRガスの割合、即ち混合ガス中のEGRガス量は噴射燃料が燃焼せしめられたときに燃料およびその周囲のガス温度を煤が形成される温度よりも低い温度にするのに必要最低限のEGRガス量を示している。このEGRガス量はEGR率で表すとほぼ55パーセント以上であり、図16に示す実施形態では70パーセント以上である。即ち、燃焼室5内に吸入された全吸入ガス量を図16において実線Xとし、この全吸入ガス量Xのうちの空気量とEGRガス量との割合を図16に示すような割合にすると燃料および

その周囲のガス温度は煤が生成される温度よりも低い温度となり、斯くして煤が全く発生しなくなる。また、このときのNOx発生量は10p.p.m前後、又はそれ以下であり、従ってNOxの発生量は極めて少量となる。

【0090】燃料噴射量が増大すれば燃料が燃焼した際の発熱量が増大するので燃料およびその周囲のガス温度を煤が生成される温度よりも低い温度に維持するためにはEGRガスによる熱の吸収量を増大しなければならない。従って図16に示されるようにEGRガス量は噴射燃料量が増大するにつれて増大せしめなければならない。即ち、EGRガス量は要求負荷が高くなるにつれて増大する必要がある。ところで過給が行われていない場合には燃焼室5内に吸入される全吸入ガス量Xの上限はYであり、従って図16において要求負荷がLoよりも大きい領域では要求負荷が大きくなるにつれてEGRガス割合を低下させない限り空燃比を理論空燃比に維持することができない。云い換えると過給が行われていない場合に要求負荷がLoよりも大きい領域において空燃比を理論空燃比に維持しようとした場合には要求負荷が高くなるにつれてEGR率が低下し、斯くして要求負荷がLoよりも大きい領域では燃料およびその周囲のガス温度を煤が生成される温度よりも低い温度に維持しえなくなる。

【0091】ところが、図示しないがEGR通路を介して過給機の入口側即ち排気ターボチャージャの空気吸込管内にEGRガスを再循環させると要求負荷がLoよりも大きい領域においてEGR率を55パーセント以上、例えば70パーセントに維持することができ、斯くして燃料およびその周囲のガス温度を煤が生成される温度よりも低い温度に維持することができる。即ち、空気吸込管内におけるEGR率が例えば70パーセントになるようにEGRガスを再循環させれば排気ターボチャージャのコンプレッサにより昇圧された吸入ガスのEGR率も70パーセントとなり、斯くしてコンプレッサにより昇圧しうる限度まで燃料およびその周囲のガス温度を煤が生成される温度よりも低い温度に維持することができる。従って、低温燃焼を生じさせることのできる機関の運転領域を拡大することができるようになる。要求負荷がLoよりも大きい領域でEGR率を55パーセント以上にする際にはEGR制御弁が全開せしめられる、スロットル弁が若干閉じせしめられる。

【0092】前述したように図16は燃料を理論空燃比のもとで燃焼させる場合を示しているが空気量を図16に示される空気量よりも少くしても、即ち空燃比をリッチにしても煤の発生を阻止しつつNOxの発生量を10p.p.m前後又はそれ以下にすることができ、また空気量を図16に示される空気量よりも多くしても、即ち空燃比の平均値を1.7から1.8のリーンにしても煤の発生を阻止しつつNOxの発生量を10p.p.m前後又はそれ以下にすることができる。即ち、空燃比がリッチにされる

と燃料が過剰となるが燃焼温度が低い温度に抑制されているために過剰な燃料は煤まで成長せず、斯くして煤が生成されることがない。また、このときNO<sub>x</sub>も極めて少量じが発生しない。一方、平均空燃比がリーンのとき、或いは空燃比が理論空燃比のときでも燃焼温度が高くなれば少量の煤が生成されるが本発明では燃焼温度が低い温度に抑制されているので煤は全く生成されない。更に、NO<sub>x</sub>も極めて少量しか発生しない。このように、低温燃焼が行われているときには空燃比にかかわらずに、即ち空燃比がリッチであろうと、理論空燃比であろうと、或いは平均空燃比がリーンであろうと煤が発生されず、NO<sub>x</sub>の発生量が極めて少量となる。従って燃料消費率の向上を考えるとこのとき平均空燃比をリーンにすることが好ましいと言える。

【0093】ところで燃焼室内における燃焼時の燃料およびその周囲のガス温度を炭化水素の成長が途中で停止する温度以下に抑制しうるのは燃焼による発熱量が比較的小ない機関中低負荷運転時に限られる。従って本発明による実施形態では機関中低負荷運転時には燃焼時の燃料およびその周囲のガス温度を炭化水素の成長が途中で停止する温度以下に抑制して第1の燃焼、即ち低温燃焼を行うようにし、機関高負荷運転時には第2の燃焼、即ち従来より普通に行われている燃焼を行うようにしている。なお、ここで第1の燃焼、即ち低温燃焼とはこれまでの説明から明らかに煤の発生量がピークとなる不活性ガス量よりも燃焼室内の不活性ガス量が多く煤がほとんど発生しない燃焼のことを言い、第2の燃焼、即ち従来より普通に行われている燃焼とは煤の発生量がピークとなる不活性ガス量よりも燃焼室内の不活性ガス量が少い燃焼のことを言う。

【0094】図17は第1の燃焼、即ち低温燃焼が行われる第1の運転領域I' と、第2の燃焼、即ち従来の燃焼方法による燃焼が行われる第2の運転領域II' とを示している。なお、図17において縦軸Lはアクセルペダル40の踏込み量、即ち要求負荷を示しており、横軸Nは機関回転数を示している。また、図17においてX(N)は第1の運転領域I' と第2の運転領域II' との第1の境界を示しており、Y(N)は第1の運転領域I' と第2の運転領域II' との第2の境界を示している。第1の運転領域I' から第2の運転領域II' への運転領域の変化判断は第1の境界X(N)に基づいて行われ、第2の運転領域II' から第1の運転領域I' への運転領域の変化判断は第2の境界Y(N)に基づいて行われる。即ち、機関の運転状態が第1の運転領域I' にあって低温燃焼が行われているときに要求負荷しが機関回転数Nの関数である第1の境界X(N)を越えると運転領域が第2の運転領域II' に移ったと判断され、従来の燃焼方法による燃焼が行われる。次いで要求負荷しが機関回転数Nの関数である第2の境界Y(N)よりも低くなると運転領域が第1の運転領域I' に移ったと判断さ

れ、再び低温燃焼が行われる。

【0095】このように第1の境界X(N)と第1の境界X(N)よりも低負荷側の第2の境界Y(N)との二つの境界を設けたのは次の二つの理由による。第1の理由は、第2の運転領域II' の高負荷側では比較的燃焼温度が高く、このとき要求負荷しが第1の境界X(N)よりも低くなつたとしてもただちに低温燃焼を行えないからである。即ち、要求負荷しがかなり低くなつたとき、即ち第2の境界Y(N)よりも低くなつたときでなければただちに低温燃焼が開始されないからである。第2の理由は第1の運転領域I' と第2の運転領域II' 間の運転領域の変化に対してヒステリシスを設けるためである。

【0096】ところで機関の運転領域が第1の運転領域I' にあって低温燃焼が行われているときには煤はほとんど発生せず、その代り未燃炭化水素が煤の前駆体又はその前の状態の形でもって燃焼室5から排出される。このとき燃焼室5から排出された未燃炭化水素は酸化機能を有する触媒(図示せず)により良好に酸化せしめられる。この触媒としては酸化触媒、三元触媒、又はNO<sub>x</sub>吸収剤を用いることができる。NO<sub>x</sub>吸収剤は燃焼室5内における平均空燃比がリーンのときにNO<sub>x</sub>を吸収し、燃焼室5内における平均空燃比がリッチになるとNO<sub>x</sub>を放出する機能を有する。このNO<sub>x</sub>吸収剤は例えばアルミナを担体とし、この担体上に例えばカリウムK、ナトリウムNa、リチウムLi、セシウムCsのようなアルカリ金属、バリウムBa、カルシウムCaのようなアルカリ土類、ランタンLa、イットリウムYのような希土類から選ばれた少くとも一つと、白金Ptのような貴金属とが担持されている。酸化触媒はもとより、三元触媒およびNO<sub>x</sub>吸収剤も酸化機能を有しており、従って上述した如く三元触媒およびNO<sub>x</sub>吸収剤を上述した触媒として用いることができる。

【0097】図18は空燃比センサ(図示せず)の出力を示している。図18に示されるように空燃比センサの出力電流Iは空燃比A/Fに応じて変化する。従って空燃比センサの出力電流Iから空燃比を知ることができる。

【0098】次に図19を参照しつつ第1の運転領域I' および第2の運転領域II' における運転制御について概略的に説明する。図19は要求負荷Lに対するスロットル弁17の開度、EGR制御弁25の開度、EGR率、空燃比、噴射時期および噴射量を示している。図19に示されるように要求負荷Lの低い第1の運転領域I' ではスロットル弁17の開度は要求負荷Lが高くなるにつれて全閉近くから2/3開度程度まで徐々に増大せしめられ、EGR制御弁25の開度は要求負荷Lが高くなるにつれて全閉近くから全開まで徐々に増大せしめられる。また、図19に示される例では第1の運転領域I' ではEGR率がほぼ70パーセントとされており、空燃比はわずかばかりリーンなリーン空燃比とされてい

る。

【0099】言い換えると第1の運転領域I'ではEGR率がほぼ70パーセントとなり、空燃比がわずかばかりリーンなリーン空燃比となるようにスロットル弁17の開度およびEGR制御弁25の開度が制御される。また、第1の運転領域I'では圧縮上死点TDC前に燃料噴射が行われる。この場合、噴射開始時期θSは要求負荷しが高くなるにつれて遅くなり、噴射完了時期θEも噴射開始時期θSが遅くなるにつれて遅くなる。なお、アイドル運転時にはスロットル弁17は全閉近くまで閉弁され、このときEGR制御弁25も全閉近くまで閉弁せしめられる。スロットル弁17を全閉近くまで閉弁すると圧縮始めの燃焼室5内の圧力が低くなるために圧縮圧力が小さくなる。圧縮圧力が小さくなるとピストン4による圧縮仕事が小さくなるために機関本体1の振動が小さくなる。即ち、アイドル運転時には機関本体1の振動を抑制するためにスロットル弁17が全閉近くまで閉弁せしめられる。

【0100】一方、機関の運転領域が第1の運転領域I'から第2の運転領域II'に変わるとスロットル弁20の開度が2/3開度程度から全開方向へステップ状に増大せしめられる。このとき図19に示す例ではEGR率がほぼ70パーセントから40パーセント以下までステップ状に減少せしめられ、空燃比がステップ状に大きくなる。即ち、EGR率が多量のスモークを発生するEGR率範囲(図15)を飛び越えるので機関の運転領域が第1の運転領域I'から第2の運転領域II'に変わるとときに多量のスモークが発生することができない。第2の運転領域II'では従来から行われている燃焼が行われる。この第2の運転領域II'ではスロットル弁17は一部を除いて全開状態に保持され、EGR制御弁25の開度は要求負荷しが高くなると次第に小さくなる。また、この運転領域II'ではEGR率は要求負荷しが高くなるほど低くなり、空燃比は要求負荷しが高くなるほど小さくなる。ただし、空燃比は要求負荷しが高くなつてもリーン空燃比とされる。また、第2の運転領域II'では噴射開始時期θSは圧縮上死点TDC付近とされる。

【0101】図20(A)は第1の運転領域I'における目標空燃比A/Fを示している。図20(A)において、A/F=15.5, A/F=16, A/F=17, A/F=18で示される各曲線は夫々目標空燃比が15.5, 16, 17, 18であるときを示しており、各曲線間の空燃比は比例配分により定められる。図20

(A)に示されるように第1の運転領域I'では空燃比がリーンとなっており、更に第1の運転領域I'では要求負荷しが低くなるほど目標空燃比A/Fがリーンとされる。即ち、要求負荷しが低くなるほど燃焼による発熱量が少くなる。従って要求負荷しが低くなるほどEGR率を低下させても低温燃焼を行うことができる。EGR率を低下させると空燃比は大きくなり、従って図20

(A)に示されるように要求負荷しが低くなるにつれて目標空燃比A/Fが大きくなる。目標空燃比A/Fが大きくなるほど燃料消費率は向上し、従ってできる限り空燃比をリーンにするために本発明による実施形態では要求負荷しが低くなるにつれて目標空燃比A/Fが大きくなる。

【0102】なお、図20(A)に示される目標空燃比A/Fは図20(B)に示されるように要求負荷Lおよび機関回転数Nの関数としてマップの形で予めROM32内に記憶されている。また、空燃比を図20(A)に示す目標空燃比A/Fとするのに必要なスロットル弁17の目標開度STが図21(A)に示されるように要求負荷Lおよび機関回転数Nの関数としてマップの形で予めROM32内に記憶されており、空燃比を図20

(A)に示す目標空燃比A/Fとするのに必要なEGR制御弁25の目標開度SEが図21(B)に示されるように要求負荷Lおよび機関回転数Nの関数としてマップの形で予めROM32内に記憶されている。

【0103】図22(A)は第2の燃焼、即ち従来の燃焼方法による普通の燃焼が行われるときの目標空燃比A/Fを示している。なお、図22(A)においてA/F=24, A/F=35, A/F=45, A/F=60で示される各曲線は夫々目標空燃比24, 35, 45, 60を示している。図22(A)に示される目標空燃比A/Fは図22(B)に示されるように要求負荷Lおよび機関回転数Nの関数としてマップの形で予めROM32内に記憶されている。また、空燃比を図22(A)に示す目標空燃比A/Fとするのに必要なスロットル弁17の目標開度STが図23(A)に示されるように要求負荷Lおよび機関回転数Nの関数としてマップの形で予めROM32内に記憶されており、空燃比を図22(A)に示す目標空燃比A/Fとするのに必要なEGR制御弁25の目標開度SEが図23(B)に示されるように要求負荷Lおよび機関回転数Nの関数としてマップの形で予めROM32内に記憶されている。

【0104】また、第2の燃焼が行われているときには燃料噴射量Qは要求負荷Lおよび機関回転数Nに基づいて算出される。この燃料噴射量Qは図24に示されるように要求負荷Lおよび機関回転数Nの関数としてマップの形で予めROM32内に記憶されている。

【0105】次に図25を参照しつつ本実施形態の運転制御について説明する。図25を参照すると、まず初めにステップ1100において機関の運転状態が第1の運転領域I'であることを示すフラグIがセットされているか否かが判別される。フラグIがセットされているとき、即ち機関の運転状態が第1の運転領域I'であるときにはステップ1101に進んで要求負荷Lが第1の境界X(N)よりも大きくなつたか否かが判別される。L≤X(N)のときにはステップ1103に進んで低温燃焼が行われる。一方、ステップ1101においてL>X

(N) になったと判別されたときにはステップ1102に進んでフラグIがリセットされ、次いでステップ1109に進んで第2の燃焼が行われる。

【0106】ステップ1100において、機関の運転状態が第1の運転領域I'であることを示すフラグIがセットされていないと判別されたとき、即ち機関の運転状態が第2の運転領域II'であるときには、ステップ1108に進んで要求負荷しが第2の境界Y(N)よりも低くなったか否かが判別される。L ≥ Y(N)のときにはステップ1110に進み、リーン空燃比のもとで第2の燃焼が行われる。一方、ステップ1108においてL < Y(N)になったと判別されたときにはステップ1109に進んでフラグIがセットされ、次いでステップ1103に進んで低温燃焼が行われる。

【0107】ステップ1103では図21(A)に示すマップからスロットル弁17の目標開度S<sub>T</sub>が算出され、スロットル弁17の開度がこの目標開度S<sub>T</sub>とされる。次いでステップ1104では図21(B)に示すマップからEGR制御弁25の目標開度S<sub>E</sub>が算出され、EGR制御弁25の開度がこの目標開度S<sub>E</sub>とされる。次いでステップ1105では質量流量検出器(図示せず)により検出された吸入空気の質量流量(以下、単に吸入空気量と称す)G<sub>a</sub>が取込まれ、次いでステップ1106では図20(B)に示すマップから目標空燃比A/Fが算出される。次いでステップ1107では吸入空気量G<sub>a</sub>と目標空燃比A/Fに基づいて空燃比を目標空燃比A/Fとするのに必要な燃料噴射量Qが算出される。

【0108】上述したように低温燃焼が行われているときには要求負荷L又は機関回転数Nが変化するとスロットル弁17の開度およびEGR制御弁25の開度がただちに要求負荷Lおよび機関回転数Nに応じた目標開度S<sub>T</sub>、S<sub>E</sub>に一致せしめられる。従って例えば要求負荷Lが増大せしめられるとただちに燃焼室5内の空気量が増大せしめられ、斯くして機関の発生トルクがただちに増大せしめられる。一方、スロットル弁17の開度又はEGR制御弁25の開度が変化して吸入空気量が変化するとこの吸入空気量G<sub>a</sub>の変化が質量流量検出器により検出され、この検出された吸入空気量G<sub>a</sub>に基づいて燃料噴射量Qが制御される。即ち、吸入空気量G<sub>a</sub>が実際に変化した後に燃料噴射量Qが変化せしめられることになる。

【0109】ステップ1110では図24に示されるマップから目標燃料噴射量Qが算出され、燃料噴射量がこの目標燃料噴射量Qとされる。次いでステップ1111では図23(A)に示すマップからスロットル弁17の目標開度S<sub>T</sub>が算出される。次いでステップ1112では図23(B)に示すマップからEGR制御弁25の開度がこの目標開度S<sub>E</sub>が算出され、EGR制御弁25の開度がこの目標開度S<sub>E</sub>とされる。次いでステップ1113では質

量流量検出器により検出された吸入空気量G<sub>a</sub>が取込まれる。次いでステップ1114では燃料噴射量Qと吸入空気量G<sub>a</sub>から実際の空燃比(A/F)<sub>R</sub>が算出される。次いでステップ1115では図22(B)に示すマップから目標空燃比A/Fが算出される。次いでステップ1116では実際の空燃比(A/F)<sub>R</sub>が目標空燃比A/Fよりも大きいか否かが判別される。(A/F)<sub>R</sub> > A/Fのときにはステップ1117に進んでスロットル開度の補正値△S<sub>T</sub>が一定値 $\alpha$ だけ減少せしめられ、次いでステップ1119へ進む。これに対して(A/F)<sub>R</sub> ≤ A/Fのときにはステップ1118に進んで補正値△S<sub>T</sub>が一定値 $\alpha$ だけ増大せしめられ、次いでステップ1119に進む。ステップ1119ではスロットル弁17の目標開度S<sub>T</sub>に補正値△S<sub>T</sub>を加算することにより最終的な目標開度S<sub>T</sub>が算出され、スロットル弁17の開度がこの最終的な目標開度S<sub>T</sub>とされる。即ち、実際の空燃比(A/F)<sub>R</sub>が目標空燃比A/Fとなるようスロットル弁17の開度が制御される。

【0110】このように第2の燃焼が行われているときには要求負荷L又は機関回転数Nが変化すると燃料噴射量がただちに要求負荷Lおよび機関回転数Nに応じた目標燃料噴射量Qに一致せしめられる。例えば要求負荷Lが増大せしめられるとただちに燃料噴射量が増大せしめられ、斯くして機関の発生トルクがただちに増大せしめられる。一方、燃料噴射量Qが増大せしめられて空燃比が目標空燃比A/Fからずれると空燃比が目標空燃比A/Fとなるようにスロットル弁20の開度が制御される。即ち、燃料噴射量Qが変化した後に空燃比が変化せしめられることになる。

【0111】これまで述べた実施形態では低温燃焼が行われているときに燃料噴射量Qはオープンループ制御され、第2の燃焼が行われているときに空燃比がスロットル弁20の開度を変化させることによって制御される。しかしながら低温燃焼が行われているときに燃料噴射量Qを空燃比センサ27の出力信号に基づいてフィードバック制御することもできるし、また第2の燃焼が行われているときに空燃比をEGR制御弁31の開度を変化させることによって制御することもできる。

【0112】本実施形態では、図9(A)、図10(A)及び図11(A)に示す順流モード時に、上述した通常燃焼、つまり、煤の発生量がピークとなる不活性ガスとしてのEGRガスの量よりも燃焼室5内に供給されるEGRガスの量が少ない燃焼が実行され、図9(B)、図10(B)及び図11(B)に示す逆流モード時に、上述した低温燃焼、つまり、煤の発生量がピークとなる不活性ガスとしてのEGRガスの量よりも燃焼室5内に供給されるEGRガスの量が多く煤がほとんど発生しない燃焼が実行される。

【0113】更に本実施形態では、単位時間当たりに燃焼室5から排出される排出微粒子量が、パティキュレー

トフィルタ22上において単位時間当たりに輝炎を発することなく酸化除去可能な酸化除去可能微粒子量よりも通常少なくなり、つまり、通常、図5の領域I内に位置し、かつ、排出微粒子量が一時的に酸化除去可能微粒子量より多くなったとしてもその後排出微粒子量が酸化除去可能微粒子量より少なくなったときに酸化除去しうる一定限度以下の量の微粒子しかパティキュレートフィルタ22上に堆積しないように、排出微粒子量及びパティキュレートフィルタ22の温度を維持すべく内燃機関の運転条件が制御される。

【0114】本実施形態によれば、図7に示すようにパティキュレートフィルタ22の隔壁54に一時的に捕集された微粒子を酸化するための活性酸素を放出する酸化剤としての酸素吸蔵・活性酸素放出剤261がパティキュレートフィルタ22の隔壁54に担持され、図9に示すようにパティキュレートフィルタ22の隔壁54を通過する排気ガスの流れが逆転されることにより、パティキュレートフィルタ22の隔壁54に捕集される微粒子がパティキュレートフィルタ22の隔壁54の上面と下面(図7参照)とに分散される。そのため、パティキュレートフィルタ内に流入した微粒子の大部分が、パティキュレートフィルタの隔壁の一方の面において捕集されてしまうのを回避すると共に、パティキュレートフィルタ22の隔壁54の方から排気ガス流れの下流側の微粒子に対し酸化除去作用を及ぼすことができる。上述した酸化除去作用は、パティキュレートフィルタ22の隔壁54表面上の酸素吸蔵・活性酸素放出剤261(図7参照)を必須要件としているため、パティキュレートフィルタ22の隔壁54の内部の酸素吸蔵・活性酸素放出剤161(図7参照)が存在しない場合であっても達成することが可能である。

【0115】更に本実施形態によれば、上述したようにパティキュレートフィルタ22の隔壁54に捕集される微粒子がパティキュレートフィルタ22の隔壁54の一方の面と他方の面とに分散されることにより、パティキュレートフィルタ22の隔壁54に捕集された微粒子が酸化除去されることなく堆積する可能性は、微粒子が分散されない場合に比べて低減せしめられる。そのため、パティキュレートフィルタ22の隔壁54に捕集された微粒子を活性酸素により酸化除去する酸化除去作用をすべての微粒子に十分に伝えることが可能になり、その結果、微粒子がパティキュレートフィルタ22の隔壁54に堆積してしまうのを阻止することができる。酸化除去作用をすべての微粒子に十分に伝えることも、パティキュレートフィルタ22の隔壁54表面上の酸素吸蔵・活性酸素放出剤261(図7参照)を必須要件としているため、パティキュレートフィルタ22の隔壁54の内部の酸素吸蔵・活性酸素放出剤161(図7参照)が存在しない場合であっても達成することが可能である。

【0116】また本実施形態によれば、排気ガス中の有

害成分を無害化するための無害化手段として、微粒子捕捉フィルタ80がパティキュレートフィルタ22よりも排気ガス流れの下流側に配置されている。そのため、パティキュレートフィルタ22の隔壁54を通過する排気ガスの流れを逆転させるときにパティキュレートフィルタ22よりも排気ガス流れの下流側に流れてしまう可能性のある排気ガス中の有害物質を無害化することができる(図11参照)。

【0117】また本実施形態によれば、図7及び図10に示すように、パティキュレートフィルタ22の隔壁54の内部に一時的に捕集された微粒子162を酸化するための酸化触媒としての酸素吸蔵・活性酸素放出剤161が、パティキュレートフィルタ22の隔壁54の内部に担持されている。そのため、パティキュレートフィルタ22の隔壁54の内部の酸素吸蔵・活性酸素放出剤161により、パティキュレートフィルタ22の隔壁54の内部の微粒子162をパティキュレートフィルタ22の隔壁54の内部において酸化除去することができる。更に本実施形態によれば、パティキュレートフィルタ22の隔壁54の内部に一時的に捕集された微粒子162を移動させるための排気ガス逆流手段として、排気切換バルブ73が設けられている。そのため、パティキュレートフィルタ22の隔壁54の内部の酸素吸蔵・活性酸素放出剤161によりパティキュレートフィルタ22の隔壁54の内部の微粒子162を酸化除去する酸化除去作用を、パティキュレートフィルタ22の隔壁54の内部に一時的に捕集された微粒子162を移動させることによって促進することができる(図10参照)。

【0118】また本実施形態によれば、排気ガス中の有害成分を無害化するための無害化手段として微粒子捕捉フィルタ80がパティキュレートフィルタ22よりも排気ガス流れの下流側に配置されるため、パティキュレートフィルタ22の隔壁54を通過する排気ガスの流れを逆転させるときにパティキュレートフィルタ22よりも排気ガス流れの下流側に流れてしまう可能性のある微粒子62がそのまま排出されてしまうのを阻止することができる(図11参照)。

【0119】また本実施形態によれば、排出微粒子量が酸化除去可能微粒子量よりも通常少なくなり、かつ排出微粒子量が一時的に酸化除去可能微粒子量より多くなったとしてもその後排出微粒子量が酸化除去可能微粒子量よりも少なくなったときに酸化除去しうる一定限度以下の量の微粒子しかパティキュレートフィルタ22上に堆積しないように排出微粒子量およびパティキュレートフィルタ22の温度が維持されることにより、排気ガス中の微粒子がパティキュレートフィルタ22上において輝炎を発することなく酸化除去せしめられる。そのため、従来の場合のように微粒子がパティキュレートフィルタ上に積層状に堆積した後に輝炎を発してその微粒子を除去する必要なく、微粒子がパティキュレートフィルタ上に

積層状に堆積する前に微粒子を酸化させることにより排気ガス中の微粒子を除去することができる。

【0120】また本実施形態によれば、排出微粒子量が酸化除去可能微粒子量よりも通常少なくなり、かつ排出微粒子量が一時的に酸化除去可能微粒子量より多くなったとしてもその後排出微粒子量が酸化除去可能微粒子量よりも少なくなったときに酸化除去しうる一定限度以下の量の微粒子しかパティキュレートフィルタ22上に堆積しないように、排出微粒子量およびパティキュレートフィルタ22の温度を維持すべく内燃機関の運転条件が制御される。詳細には、排出微粒子量が酸化除去可能微粒子量よりも少なくなるように、あるいは、排出微粒子量が一時的に酸化除去可能微粒子量より多くなったとしてもその後排出微粒子量が酸化除去可能微粒子量よりも少なくなったときに酸化除去しうる一定限度以下の量の微粒子しかパティキュレートフィルタ22上に堆積しないように、排出微粒子量およびパティキュレートフィルタ22の温度に基づき、内燃機関の運転条件が制御される。そのため、内燃機関の運転条件が、排出微粒子量が酸化除去可能微粒子量よりも少なくなる運転条件、あるいは、排出微粒子量が一時的に酸化除去可能微粒子量よりも多くなったとしてもその後排出微粒子量が酸化除去可能微粒子量よりも少なくなったときに酸化除去しうる一定限度以下の量の微粒子しかパティキュレートフィルタ上に堆積しない運転条件に偶然合致する場合と異なり、確実に、排出微粒子量を酸化除去可能微粒子量よりも少なくするか、あるいは、排出微粒子量が一時的に酸化除去可能微粒子量よりも多くなったとしてもその後排出微粒子量が酸化除去可能微粒子量よりも少なくなったときに酸化除去しうる一定限度以下の量の微粒子しかパティキュレートフィルタ22上に堆積しないようにすることができる。それゆえ、内燃機関の運転条件が偶然合致する場合に比べ、微粒子がパティキュレートフィルタ22上に積層状に堆積する前に微粒子をより一層確実に酸化させることができる。

【0121】また本実施形態によれば、パティキュレートフィルタ22に担持されている酸素吸蔵・活性酸素放出剤61により、周囲に過剰酸素が存在するときに酸素が取り込まれて保持され、周囲の酸素濃度が低下したときにその保持された酸素が活性酸素の形で放出される(図3参照)。そのため、従来の場合のように微粒子がパティキュレートフィルタ上に積層状に堆積した後にその微粒子が輝炎を発して除去されるのと異なり、微粒子62がパティキュレートフィルタ22上に積層状に堆積する前に、酸素吸蔵・活性酸素放出剤61が放出する活性酸素により、輝炎を発することなくその微粒子62を酸化除去することができる。

【0122】また本実施形態によれば、逆流手段としての排気切換バルブ73の順流モード時(図9(A)参照)に、煤の発生量がピークとなる不活性ガスとしての

EGRガスの量よりも燃焼室5内に供給されるEGRガスの量が少ない通常燃焼が実行され、排気切換バルブ73の逆流モード時(図9(B)参照)に、煤の発生量がピークとなるEGRガスの量よりも燃焼室5内に供給されるEGRガスの量が多く煤がほとんど発生しない低温燃焼が実行される。つまり、煤の発生量がピークとなるEGRガスの量よりも燃焼室5内に供給されるEGRガスの量が多く煤がほとんど発生しない低温燃焼が実行されるため、そのときの排気ガス中に含まれるHC、COにより微粒子の酸化除去作用を促進することができる。更に、煤の発生量がピークとなるEGRガスの量よりも燃焼室5内に供給されるEGRガスの量が多く煤がほとんど発生しない低温燃焼が実行されるときに排気ガスが逆流せしめられるため、煤の発生量がピークとなるEGRガスの量よりも燃焼室5内に供給されるEGRガスの量が少ない通常燃焼が実行された時にパティキュレートフィルタ22の一方の表面上に微粒子が堆積し(図10(A)参照)、パティキュレートフィルタ22のその表面上の酸素吸蔵・活性酸素放出剤61261が硫黄被毒されてしまっていても、パティキュレートフィルタ22の反対側(図10の下側)の表面から流入してパティキュレートフィルタ22の隔壁54の内部を通過したHC、CO含有排気ガスにより、パティキュレートフィルタ22の一方の表面上に堆積した微粒子を、硫黄被毒の影響を受けることなく酸化除去することができる。

【0123】本実施形態の変形例では、微粒子捕捉フィルタ80の代わりに、酸化触媒を備えたパティキュレートフィルタを配置することも可能である。本変形例によれば、上述した実施形態とほぼ同様の効果を奏することができる。更に微粒子捕捉フィルタ80と異なり、微粒子だけでなくHCやCOも浄化することができる。他の変形例では、微粒子捕捉フィルタ80の代わりに、酸化触媒を備えたパティキュレートフィルタを配置すると共に、リッチガスを供給してNOxを除去することも可能である。

【0124】以下、本発明の内燃機関の排気浄化装置の第三の実施形態について説明する。本実施形態の構成及び作用は、後述する点を除き図1～図25を参照して説明した第一及び第二の実施形態の構成及び作用とほぼ同様である。本実施形態では図1に示した微粒子捕捉フィルタ80が使用されるのに加え、図26に示す昇温手段としての電気ヒータ(EHC)81が使用される。図26は微粒子捕捉フィルタ80のために電気ヒータ81を設けた図11と同様の図である。

【0125】本実施形態によれば、排気ガス中の有害成分を無害化するための無害化手段として、電気ヒータ81を備えた微粒子捕捉フィルタ80がパティキュレートフィルタ22よりも排気ガス流れの下流側に配置される。そのため、パティキュレートフィルタ22の隔壁54を通過する排気ガスの流れを逆転させるとときにパティ

キュレートフィルタ22よりも排気ガス流れの下流側に流れてしまう可能性のある微粒子62がそのまま排出されてしまうのを阻止すると共に、微粒子捕捉フィルタ80が捕捉した微粒子62を熱により酸化除去することができる。本実施形態の変形例では、電気ヒータ81の代わりにバーナーを使用することも可能である。本変形例によっても上述した実施形態と同様の効果を奏することができる。

【0126】以下、本発明の内燃機関の排気浄化装置の第四の実施形態について説明する。本実施形態の構成及び作用は、後述する点を除き図1～図25を参照して説明した第一及び第二の実施形態の構成及び作用とほぼ同様である。本実施形態では、図1に示したパティキュレートフィルタ22及び微粒子捕捉フィルタ80が設けられているのに加え、図27に示す圧力センサ43、44、45及び46が設けられている。図27は排気切換バルブ73の切換位置と排気ガスの流れとの関係を示した図9とほぼ同様の図である。詳細には、図27(A)は排気切換バルブ73が順流位置にあるときの図、図27(B)は排気切換バルブ73が逆流位置にあるときの図、図27(C)は排気切換バルブ73がバイパス位置にあるときの図である。

【0127】排気切換バルブ73が順流位置にあるとき、図27(A)に示すように、排気切換バルブ73を通過してケーシング23内に流入した排気ガスは、まず第一通路71を通過し、次いでパティキュレートフィルタ22を通過し、最後に第二通路72を通過し、再び排気切換バルブ73を通過して排気管に戻される。その際、排気ガス中の微粒子62は、パティキュレートフィルタ22により一時的に捕集される。次いで排気切換バルブ73が逆流位置に切り換えられると、図27(B)に示すように、排気切換バルブ73を通過してケーシング23内に流入した排気ガスは、まず第二通路72を通過し、次いでパティキュレートフィルタ22を図27

(A)に示した場合とは逆向きに通過し、最後に第一通路71を通過し、再び排気切換バルブ73を通過して排気管に戻される。その際、パティキュレートフィルタ22により一時的に捕集されていた微粒子62は、パティキュレートフィルタ22から脱離し、微粒子捕捉フィルタ80により捕捉される。次いで排気切換バルブ73がバイパス位置に切り換えられると、図9(C)に示すように、第一通路71内の圧力と第二通路72内の圧力とが等しくなるために、排気切換バルブ73に到達した排気ガスはケーシング23内に流入することなくそのまま排気切換バルブ73を通過する。その際、後述するように排気ガスの温度が昇温せしめられるように内燃機関の運転条件が切り換えられ、微粒子捕捉フィルタ80が昇温せしめられる。

【0128】図28は本実施形態の下流側フィルタ、つまり、微粒子捕捉フィルタの再生制御方法を示したフロ

ーチャートである。このルーチンが開始されると、まずステップ200において、圧力センサ45により読み込まれた圧力と圧力センサ46により読み込まれた圧力との差圧 $\Delta P D$ が閾値 $T P D$ より高いか否かが判断される。NOのときには、微粒子捕捉フィルタ80内にそれほど微粒子が捕捉されておらず、まだ微粒子捕捉フィルタ80を再生させる必要がないと判断し、このルーチンを終了する。一方、YESのときには、微粒子捕捉フィルタ80内に比較的多くの微粒子が捕捉され、微粒子捕捉フィルタ80を再生させる必要があると判断し、ステップ201に進む。この閾値 $T P D$ は、微粒子捕捉フィルタ80を昇温させ微粒子捕捉フィルタ80内の微粒子を酸化除去する際に微粒子捕捉フィルタ80が溶損しないように、かつ、微粒子捕捉フィルタ80を昇温させるために排気ガスの温度を昇温させる際に内燃機関の性能を損なわないように設定される。ステップ201では、排気切換バルブ73が図27(C)に示すバイパス位置に切り換えられる。次いでステップ202では、例えば上述した低温燃焼を行うことにより排気ガスの温度が昇温せしめられ、微粒子捕捉フィルタ80がその排気ガスにより昇温せしめられる。低温燃焼を行う代わりに、膨張行程噴射、又は排気系HC添加、若しくはVIGOM噴射+噴射リタードを行うことも可能である。

【0129】次いでステップ203では、下流側フィルタ、つまり、微粒子捕捉フィルタ80が再生されたか否かが判断される。NOのとき、つまり、圧力センサ45により読み込まれた圧力と圧力センサ46により読み込まれた圧力との差圧 $\Delta P D$ が所定の閾値以下まで低下していないときには、微粒子捕捉フィルタ80の再生を継続する必要があると判断し、ステップ204にて微粒子捕捉フィルタ80の昇温制御が継続される。一方、YESのとき、つまり、圧力センサ45により読み込まれた圧力と圧力センサ46により読み込まれた圧力との差圧 $\Delta P D$ が所定の閾値以下まで低下したときには、微粒子捕捉フィルタ80の再生が終了したと判断し、ステップ205に進む。ステップ205では、微粒子捕捉フィルタ80の再生制御が終了され、通常の内燃機関の運転に戻される。次いでステップ206では、排気切換バルブ73が図27(A)に示す順流位置又は図27(B)に示す逆流位置に切り換えられる。

【0130】図29は本実施形態の微粒子捕捉フィルタ80の昇温制御の効果を示した図である。図29に示すように、内燃機関の通常運転が行われ、排気切換バルブ73が順流位置と逆流位置との間で切り換えられているうちに下流側フィルタ、つまり、微粒子捕捉フィルタ80の圧力損失 $\Delta P D$ が閾値 $T P D$ より高くなると(時間 $T_3$ )、排気切換バルブ73がバイパス位置に切り換えられ、内燃機関の昇温制御による微粒子捕捉フィルタ80の昇温制御が行われる。微粒子捕捉フィルタ80の再生が終了すると(時間 $T_4$ )、内燃機関が通常運転に戻

され、排気切換バルブ73が逆流位置に切り換えられる。

【0131】本実施形態によれば、排気切換バルブ73がバイパス位置に配置されているときに排気ガスがパティキュレートフィルタ22の隔壁54を通過することなくバイパスせしめられることにより、微粒子捕捉フィルタ80が昇温せしめられる。そのため、電気ヒータ81のような別個の微粒子捕捉フィルタ80用昇温手段を設ける必要なく、パティキュレートフィルタ22をバイパスせしめられた排気ガスによって微粒子捕捉フィルタ80を昇温させることができる。

【0132】更に本実施形態によれば、微粒子捕捉フィルタ80に微粒子が堆積し、差圧△PDが閾値TPDを越えたときに、排気ガスがパティキュレートフィルタ22の隔壁54を通過することなくバイパスせしめられ、微粒子捕捉フィルタ80が昇温せしめられる。詳細には、微粒子捕捉フィルタ80に微粒子が堆積したときに排気ガスがパティキュレートフィルタ22をバイパスされ、微粒子捕捉フィルタ80に微粒子が堆積していないときには排気ガスがパティキュレートフィルタ22をバイパスされない。そのため、排気ガスがパティキュレートフィルタ22をバイパスせしめられる必要がないときに排気ガスがパティキュレートフィルタ22をバイパスせしめられ、パティキュレートフィルタ22の温度が低下してしまうのに伴って、パティキュレートフィルタ22の隔壁54の酸素吸蔵・活性酸素放出剤161、261(図7参照)の酸化除去作用が弱まってしまうのを回避することができる。

【0133】以下、本発明の内燃機関の排気浄化装置の第五の実施形態について説明する。本実施形態の構成及び作用は、後述する点を除き図1～図29を参照して説明した第一及び第二並びに第四の実施形態の構成及び作用とほぼ同様である。図30はパティキュレートフィルタ22及び微粒子捕捉フィルタ80の硫黄被毒回復制御方法を示したフローチャートである。燃料消費量積算値が所定値以上になると硫黄被毒したと判断され、このルーチンが開始される。このルーチンが開始されると、図30に示すようにまずステップ300において、上流側フィルタ、つまり、パティキュレートフィルタ22の硫黄被毒が回復したか否か、つまり、パティキュレートフィルタ22の硫黄被毒回復制御の経過時間が所定時間以上になったか否かが判断される。NOのときには、パティキュレートフィルタ22の硫黄被毒回復制御を継続すべく、ステップ301において、例えば上述した低温燃焼を行うことにより、排気ガスが高温かつリッチにされる。一方、YESのとき、つまり、パティキュレートフィルタ22の硫黄被毒が回復したときには、ステップ201において、下流側フィルタ、つまり、微粒子捕捉フィルタ80の硫黄被毒を回復させるべく、排気切換バルブ73が図27(C)に示すようにバイパス位置に配置

される。

【0134】次いでステップ302では、下流側フィルタ、つまり、微粒子捕捉フィルタ80の硫黄被毒が回復したか否か、すなわち、微粒子捕捉フィルタ80の硫黄被毒回復制御の経過時間が所定時間以上になったか否かが判断される。NOのときには、微粒子捕捉フィルタ80の硫黄被毒回復制御を継続すべく、ステップ303にてディレイが設けられる。一方、YESのとき、つまり、微粒子捕捉フィルタ80の硫黄被毒が回復したときには、ステップ304において内燃機関の運転が通常運転に戻される。次いでステップ305において、排気切換バルブ73がバイパス位置から順流位置又は逆流位置に切り換えられる。

【0135】図31は本実施形態のパティキュレートフィルタ22及び微粒子捕捉フィルタ80の硫黄被毒回復制御の効果を示した図である。図31に示すように、まず時間T5から時間T6の間に、上流側フィルタであるパティキュレートフィルタ22の硫黄被毒回復が実行され、次いで時間T6から時間T7の間に、時間T6以前にパティキュレートフィルタ22から放出された硫黄により硫黄被毒した下流側フィルタ、つまり、微粒子捕捉フィルタ80の硫黄被毒回復が実行される。

【0136】本実施形態によれば、微粒子捕捉フィルタ80の硫黄被毒回復を実行すべきとき、まずパティキュレートフィルタ22の硫黄被毒回復が実行され(時間T5から時間T6)、次いで微粒子捕捉フィルタ80の硫黄被毒回復が実行される(時間T6から時間T7)。そのため、最初に微粒子捕捉フィルタの硫黄被毒回復が実行され、次にパティキュレートフィルタの硫黄被毒回復が実行され、最後に、パティキュレートフィルタの硫黄被毒回復の際に流出した硫黄により再び被毒した微粒子捕捉フィルタの硫黄被毒回復が実行される場合よりも、微粒子捕捉フィルタの硫黄被毒回復が実行される回数を少なくすることができる。

【0137】以下、本発明の内燃機関の排気浄化装置の第六の実施形態について説明する。本実施形態の構成及び作用は、後述する点を除き図1～図31を参照して説明した第一及び第二並びに第四の実施形態の構成及び作用とほぼ同様である。図32は排気切換バルブ73の切換位置と排気ガスの流れとの関係を示した図27とほぼ同様の図である。詳細には、図32(A)は排気切換バルブ73が順流位置にあるときの図、図32(B)は排気切換バルブ73がバイパス位置にあるときの図、図32(C)は排気切換バルブ73が逆流位置にあるときの図である。図32において、82は排気ガス浄化触媒としてリーンNO<sub>x</sub>触媒を担持したフィルタである。パティキュレートフィルタ22の隔壁54の内部に一時的に捕集された微粒子162を移動させるとき(図10参照)、つまり、図32に示すように、排気切換バルブ73が順流位置(図32(A))から逆流位置(図32

(C) ) に切り換えられるとき、あるいは、排気切換バルブ73が順流位置(図32(A))からバイパス位置(図32(B))を介して逆流位置(図32(C))に切り換えられるとき、排気ガス中のHC、CO、NO<sub>x</sub>は、パティキュレートフィルタ22において浄化されることなく、パティキュレートフィルタ22よりも排気ガス流れの下流側に流されてしまう。そこで本実施形態では、そのようなHC、CO、NO<sub>x</sub>を浄化すべく、パティキュレートフィルタ22よりも排気ガス流れの下流側にリーンNO<sub>x</sub>触媒を担持したフィルタ82が配置されている。また、リーンNO<sub>x</sub>触媒によりNO<sub>x</sub>を除去すべく、排気ガスが一時的にリッチにされる。

【0138】本実施形態によれば、排気ガス中の有害成分を無害化するための無害化手段として排気ガス浄化触媒を担持したフィルタ82がパティキュレートフィルタ22よりも排気ガス流れの下流側に配置されるため、パティキュレートフィルタ22の隔壁54を通過する排気ガスの流れを逆転させるとき、つまり、排気切換バルブ73の切換時にパティキュレートフィルタ22よりも排気ガス流れの下流側に流れてしまうHC、CO、NO<sub>x</sub>含有排気ガスが浄化されることなくそのまま排出されてしまうのを阻止することができる。本実施形態の変形例では、フィルタ82がリーンNO<sub>x</sub>触媒の代わりに酸化触媒や三元触媒を担持することも可能である。

【0139】以下、本発明の内燃機関の排気浄化装置の第七の実施形態について説明する。本実施形態の構成及び作用は、後述する点を除き図1～図25を参照して説明した第一及び第二の実施形態の構成及び作用とほぼ同様である。本実施形態では、微粒子捕捉フィルタ80の代わりにサイクロン83が設けられている。図33はパティキュレートフィルタ22及びサイクロン83の拡大側面図である。本実施形態によれば、排気ガス中の有害成分を無害化するための無害化手段としてサイクロン83がパティキュレートフィルタ22よりも排気ガス流れの下流側に配置されるため、パティキュレートフィルタ22の隔壁54を通過する排気ガスの流れを逆転させるとき(図10)に、パティキュレートフィルタ22表面上に堆積していた比較的大径の粗粒子62(図11)がパティキュレートフィルタ22表面から脱離し、その脱離した粗粒子62が捕集されることなくそのまま排出されてしまうのを阻止することができる。

【0140】以下、本発明の内燃機関の排気浄化装置の第八の実施形態について説明する。本実施形態の構成及び作用は、後述する点を除き図1～図25を参照して説明した第一及び第二の実施形態の構成及び作用とほぼ同様である。本実施形態では、微粒子捕捉フィルタ80の代わりに、あるいは、微粒子捕捉フィルタ80に加えて粗粒子捕捉フィルタ84、85が設けられている。図34はパティキュレートフィルタ22及び粗粒子捕捉フィルタ84、85の拡大側面図である。本実施形態によれ

ば、排気ガス流れが順流のとき(図11(A)参照)にパティキュレートフィルタ22よりも排気ガス流れの下流側となる位置に排気ガス中の有害成分を無害化するための無害化手段として粗粒子捕捉フィルタ85が配置され、排気ガス流れが逆流のとき(図11(B)参照)にパティキュレートフィルタ22よりも排気ガス流れの下流側となる位置に排気ガス中の有害成分を無害化するための無害化手段として粗粒子捕捉フィルタ84が配置される。そのため、パティキュレートフィルタ22の隔壁54を通過する排気ガスの流れを逆転させるために排気切換バルブ73の位置が切り換えられるときに、パティキュレートフィルタ22表面上に堆積していた比較的大径の粗粒子62(図11)がパティキュレートフィルタ22表面から脱離し、その脱離した粗粒子が捕集されることなくそのまま排出されてしまうのを阻止することができる。粗粒子捕捉フィルタ84、85の例としでは、例えば衝突捕集型のフォームフィルタ等がある。

#### 【0141】

【発明の効果】請求項1に記載の発明によれば、パティキュレートフィルタ内に流入した微粒子の大部分が、パティキュレートフィルタの壁の一方の面において捕集されてしまうのを回避すると共に、パティキュレートフィルタの壁の方から排気ガス流れの下流側の微粒子に対し酸化除去作用を及ぼすことができる。更に、パティキュレートフィルタの壁に捕集された微粒子を例えれば活性酸素により酸化除去する酸化除去作用をすべての微粒子に十分に伝えることが可能になり、その結果、微粒子がパティキュレートフィルタの壁に堆積してしまうのを阻止することができる。また、パティキュレートフィルタの壁を通過する排気ガスの流れを逆転させるときにパティキュレートフィルタよりも排気ガス流れの下流側に流れてしまう可能性のある排気ガス中の有害物質を無害化することができる。

【0142】請求項2に記載の発明によれば、パティキュレートフィルタ内に流入した微粒子の大部分が、パティキュレートフィルタの壁の一方の面において捕集されてしまうのを回避すると共に、パティキュレートフィルタの壁の方から排気ガス流れの下流側の微粒子に対し酸化除去作用を及ぼすことができる。更に、パティキュレートフィルタの壁に捕集された微粒子を活性酸素により酸化除去する酸化除去作用をすべての微粒子に十分に伝えることが可能になり、その結果、微粒子がパティキュレートフィルタの壁に堆積してしまうのを阻止することができる。また、パティキュレートフィルタの壁を通過する排気ガスの流れを逆転させるときにパティキュレートフィルタよりも排気ガス流れの下流側に流れてしまう可能性のある排気ガス中の有害物質を無害化することができる。

【0143】請求項3に記載の発明によれば、パティキュレートフィルタの壁を通過する排気ガスの流れを逆転

させるときにパティキュレートフィルタよりも排気ガス流れの下流側に流れてしまう可能性のある微粒子がそのまま排出されてしまうのを阻止することができる。

【0144】請求項4に記載の発明によれば、パティキュレートフィルタの壁を通過する排気ガスの流れを逆転させるときにパティキュレートフィルタよりも排気ガス流れの下流側に流れてしまう可能性のある微粒子がそのまま排出されてしまうのを阻止すると共に、微粒子捕捉手段により捕捉した微粒子を酸化除去することができる。

【0145】請求項5に記載の発明によれば、ヒータのような別個の微粒子捕捉手段用昇温手段を設ける必要なく、パティキュレートフィルタをバイパスせしめられた排気ガスによって微粒子捕捉手段を昇温させることができ。

【0146】請求項6に記載の発明によれば、排気ガスがパティキュレートフィルタをバイパスせしめられる必要がないときに排気ガスがパティキュレートフィルタをバイパスせしめられてしまうのに伴って、パティキュレートフィルタの壁の内部の酸化触媒の酸化除去作用が弱まってしまうのを回避することができる。

【0147】請求項7に記載の発明によれば、最初に微粒子捕捉手段の硫黄被毒回復が実行され、次にパティキュレートフィルタの硫黄被毒回復が実行され、最後に、パティキュレートフィルタの硫黄被毒回復の際に流出した硫黄により再び被毒した微粒子捕捉手段の硫黄被毒回復が実行される場合よりも、微粒子捕捉手段の硫黄被毒回復が実行される回数を少なくすることができる。

【0148】請求項8に記載の発明によれば、パティキュレートフィルタの壁を通過する排気ガスの流れを逆転させるときにパティキュレートフィルタよりも排気ガス流れの下流側に流れてしまう排気ガスが浄化されことなくそのまま排出されてしまうのを阻止することができる。

【0149】請求項9に記載の発明によれば、パティキュレートフィルタの壁を通過する排気ガスの流れを逆転させるときに、パティキュレートフィルタ表面上に堆積していた比較的大径の微粒子がパティキュレートフィルタ表面から脱離し、その脱離した微粒子が捕集されることなくそのまま排出されてしまうのを阻止することができる。

【0150】請求項10に記載の発明によれば、パティキュレートフィルタの壁を通過する排気ガスの流れを逆転させるときに、パティキュレートフィルタ表面上に堆積していた比較的大径の微粒子がパティキュレートフィルタ表面から脱離し、その脱離した微粒子が捕集されることなくそのまま排出されてしまうのを阻止することができる。

【0151】請求項11に記載の発明によれば、従来の場合のように微粒子がパティキュレートフィルタ上に積

層状に堆積した後に輝炎を発してその微粒子を除去する必要なく、微粒子がパティキュレートフィルタ上に積層状に堆積する前に微粒子を酸化させることにより排気ガス中の微粒子を除去することができる。

【0152】請求項12に記載の発明によれば、内燃機関の運転条件が、排出微粒子量が酸化除去可能微粒子量よりも少なくなる運転条件、あるいは、排出微粒子量が一時的に酸化除去可能微粒子量よりも多くなったとしてもその後排出微粒子量が酸化除去可能微粒子量よりも少なくなったときに酸化除去しうる一定限度以下の量の微粒子しかパティキュレートフィルタ上に堆積しない運転条件に偶然合致する場合と異なり、確実に、排出微粒子量を酸化除去可能微粒子量よりも少なくするか、あるいは、排出微粒子量が一時的に酸化除去可能微粒子量よりも多くなったとしてもその後排出微粒子量が酸化除去可能微粒子量よりも少なくなったときに酸化除去しうる一定限度以下の量の微粒子しかパティキュレートフィルタ上に堆積しないようにすることができる。それゆえ、内燃機関の運転条件が偶然合致する場合に比べ、微粒子がパティキュレートフィルタ上に積層状に堆積する前に微粒子をより一層確実に酸化させることができる。

【0153】請求項13に記載の発明によれば、従来の場合のように微粒子がパティキュレートフィルタ上に積層状に堆積した後にその微粒子が輝炎を発して除去されるのと異なり、微粒子がパティキュレートフィルタ上に積層状に堆積する前に、酸素吸蔵・活性酸素放出剤が放出する活性酸素により、輝炎を発することなくその微粒子を酸化除去することができる。

【0154】請求項14に記載の発明によれば、煤の発生量がピークとなる不活性ガスの量よりも燃焼室内に供給される不活性ガスの量が多く煤がほとんど発生しない燃焼が実行されるため、そのときの排気ガス中に含まれるH<sub>C</sub>、COにより微粒子の酸化除去作用を促進することができる。更に、煤の発生量がピークとなる不活性ガスの量よりも燃焼室内に供給される不活性ガスの量が少ない燃焼が実行された時にパティキュレートフィルタの一方の表面上に微粒子が堆積し、パティキュレートフィルタのその表面上の触媒が硫黄被毒されてしまっていても、パティキュレートフィルタの反対側の表面から流入してパティキュレートフィルタの壁の内部を通過したH<sub>C</sub>、CO含有排気ガスにより、パティキュレートフィルタの一方の表面上に堆積した微粒子を、硫黄被毒の影響を受けることなく酸化除去することができる。

【0155】請求項15に記載の発明によれば、パティキュレートフィルタの壁の内部の酸化剤によりパティキュレートフィルタの壁の内部の微粒子をパティキュレートフィルタの壁の内部において酸化除去することができる。更に、パティキュレートフィルタの壁の内部の酸化剤によりパティキュレートフィルタの壁の内部の微粒子を酸化除去する酸化除去作用を、パティキュレートフィ

ルタの壁の内部に一時的に捕集された微粒子を移動させることによって促進することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の内燃機関の排気浄化装置を圧縮着火式内燃機関に適用した第一の実施形態を示した図である。

【図2】パティキュレートフィルタ22の構造を示した図である。

【図3】排気ガス流入通路50の内周面上に形成された担体層の表面の拡大図である。

【図4】微粒子の酸化の様子を示した図である。

【図5】単位時間当たりに輝炎を発することなく酸化除去可能な酸化除去可能微粒子量Gを示した図である。

【図6】機関の運転制御ルーチンの一例を示した図である。

【図7】図2(B)に示したパティキュレートフィルタの隔壁54の拡大断面図である。

【図8】図1に示したパティキュレートフィルタ22の拡大図である。

【図9】排気切換バルブの切換位置と排気ガスの流れとの関係を示した図である。

【図10】排気切換バルブ73の位置が切り換えられるのに応じてパティキュレートフィルタの隔壁54の内部の微粒子が移動する様子を示した図である。

【図11】排気切換バルブ73の切換時にパティキュレートフィルタの隔壁表面の酸素吸収・活性酸素放出剤261上から剥離した微粒子62が微粒子捕捉フィルタ80により捕捉される様子を示した図である。

【図12】スモークおよびNOxの発生量等を示す図である。

【図13】燃焼圧を示す図である。

【図14】燃料分子を示す図である。

【図15】スモークの発生量とEGR率との関係を示す図である。

【図16】噴射燃料量と混合ガス量との関係を示す図である。

【図17】第1の運転領域I'および第2の運転領域I'を示す図である。

【図18】空燃比センサの出力を示す図である。

【図19】スロットル弁の開度等を示す図である。

【図20】第1の運転領域I'における空燃比等を示す図である。

【図21】スロットル弁等の目標開度のマップを示す図である。

【図22】第2の燃焼における空燃比等を示す図である。

【図23】スロットル弁等の目標開度のマップを示す図である。

【図24】燃料噴射量のマップを示す図である。

【図25】機関の運転を制御するためのフローチャートである。

【図26】微粒子捕捉フィルタ80のために電気ヒータ81を設けた図11と同様の図である。

【図27】排気切換バルブ73の切換位置と排気ガスの流れとの関係を示した図9とほぼ同様の図である。

【図28】第四の実施形態の下流側フィルタ、つまり、微粒子捕捉フィルタの再生制御方法を示したフローチャートである。

【図29】第四の実施形態の微粒子捕捉フィルタ80の昇温制御の効果を示した図である。

【図30】パティキュレートフィルタ22及び微粒子捕捉フィルタ80の硫黄被毒回復制御方法を示したフローチャートである。

【図31】第五の実施形態のパティキュレートフィルタ22及び微粒子捕捉フィルタ80の硫黄被毒回復制御の効果を示した図である。

【図32】排気切換バルブ73の切換位置と排気ガスの流れとの関係を示した図27とほぼ同様の図である。

【図33】パティキュレートフィルタ22及びサイクロン83の拡大側面図である。

【図34】パティキュレートフィルタ22及び粗粒子捕捉フィルタ84、85の拡大側面図である。

【符号の説明】

5…燃焼室

6…燃料噴射弁

20…排気管

22…パティキュレートフィルタ

25…EGR制御弁

54…隔壁

61…酸素吸収・活性酸素放出剤

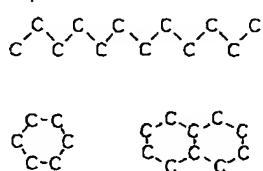
62…微粒子

73…排気切換バルブ

80…微粒子捕捉フィルタ

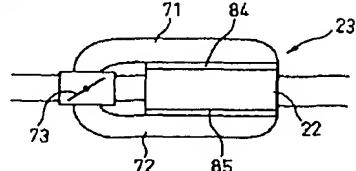
【図14】

図14

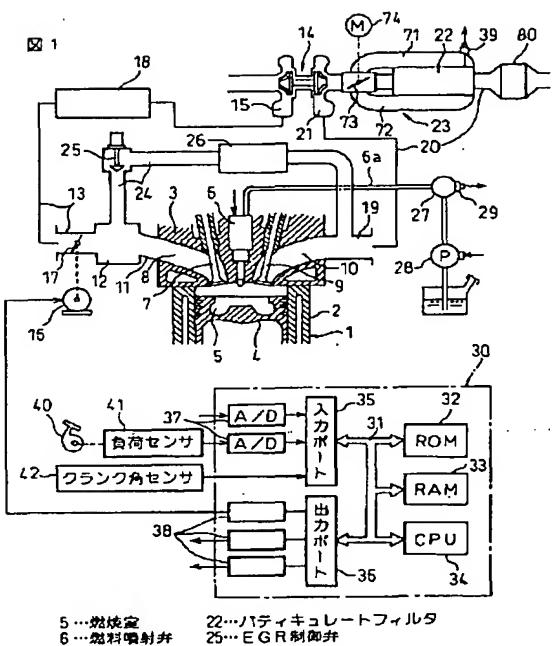


【図34】

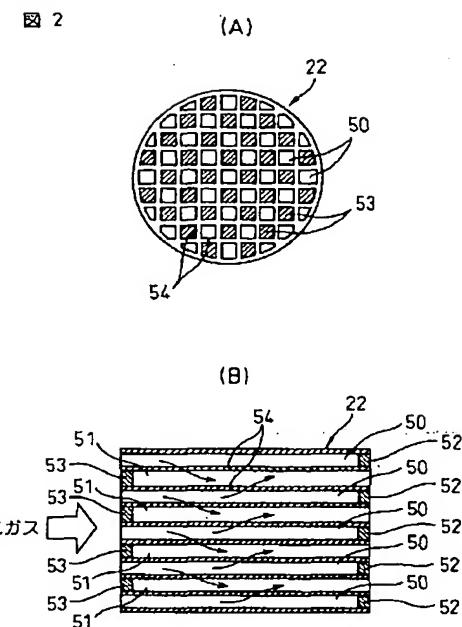
図34



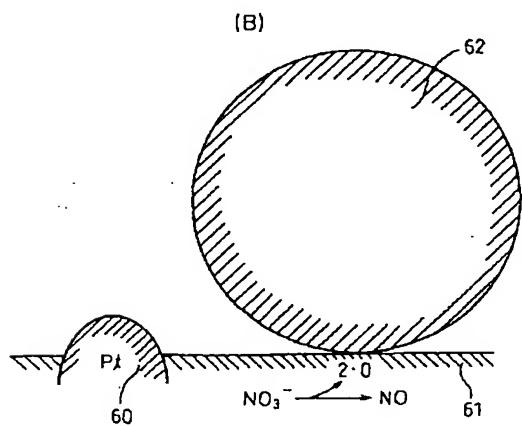
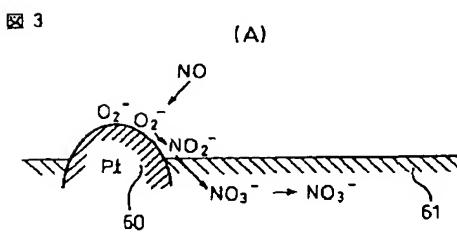
【図1】



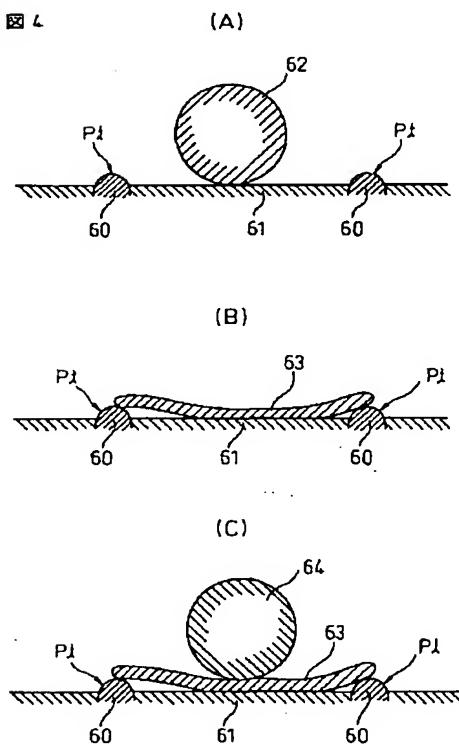
【図2】



【図3】

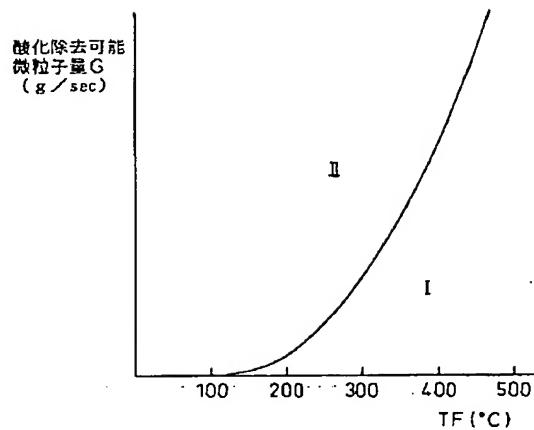


【図4】



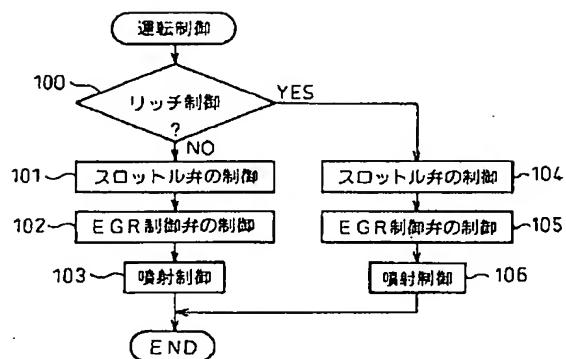
【図5】

図5



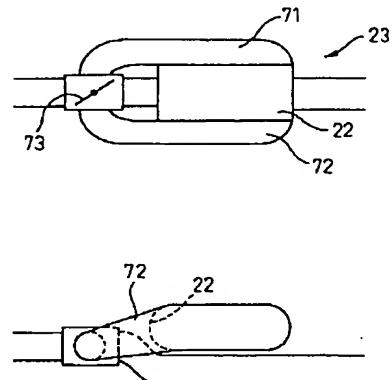
【図6】

図6

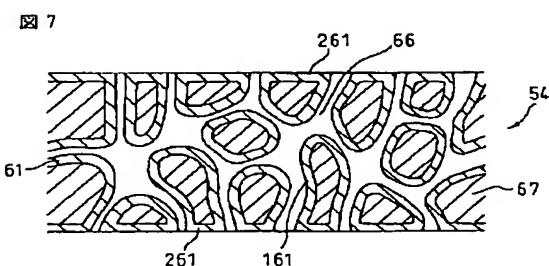


【図8】

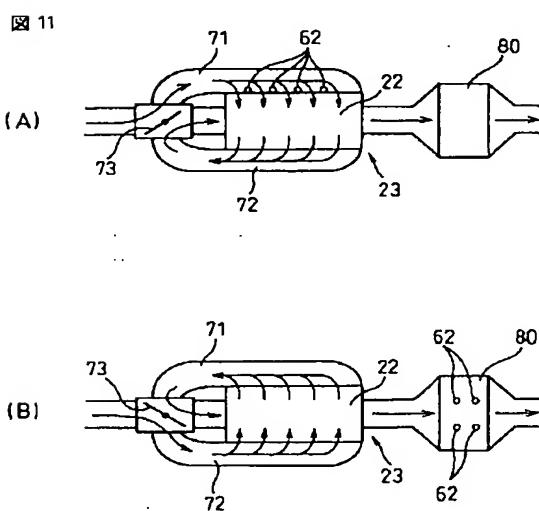
図8



【図7】

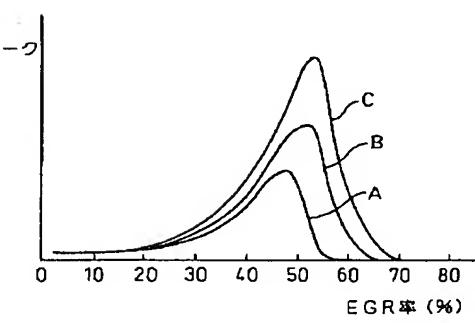


【図11】



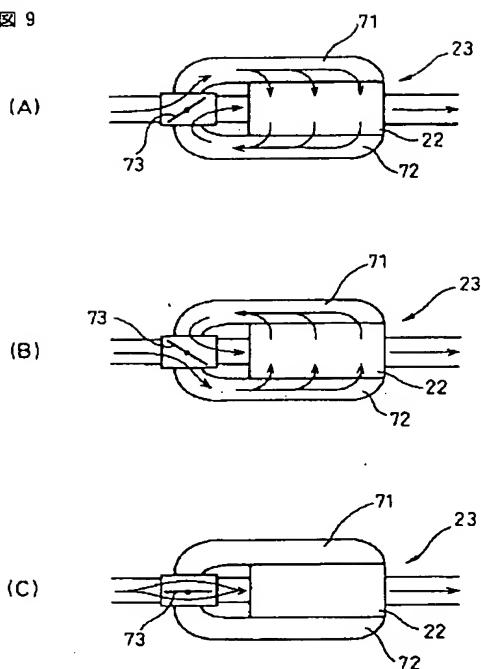
【図15】

図15



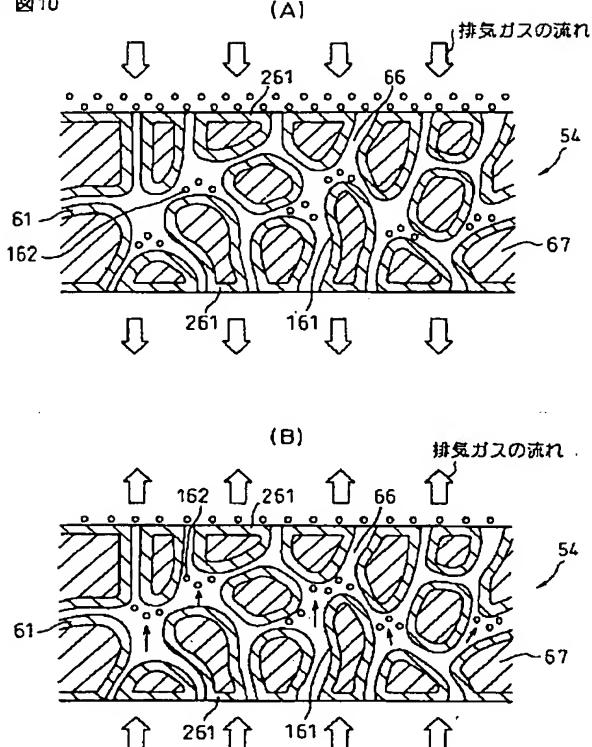
【図9】

図9



【図10】

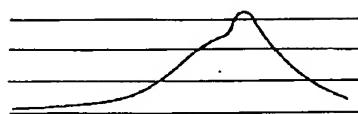
図10



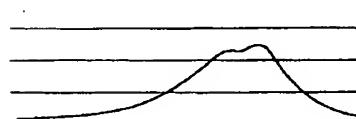
【図13】

図13

(A)

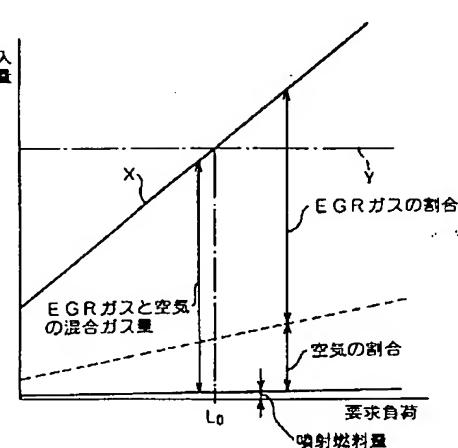


(B)



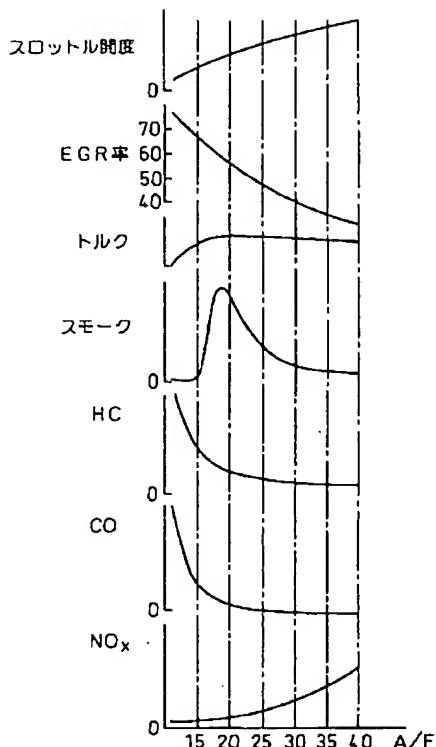
【図16】

図16



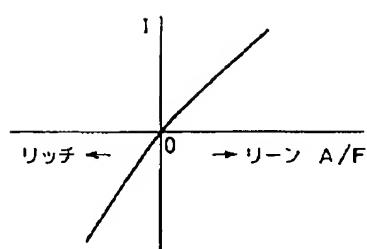
【図12】

図12



【図18】

図18



【図24】

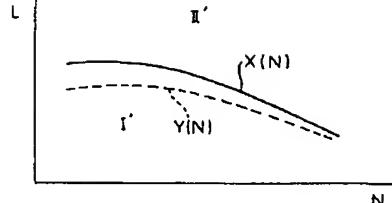
図24

L	$Q_{11}$	$Q_{12}$	-----	$Q_{1n}$
	$Q_{21}$			
	$Q_{m1}$	-----		$Q_{mn}$

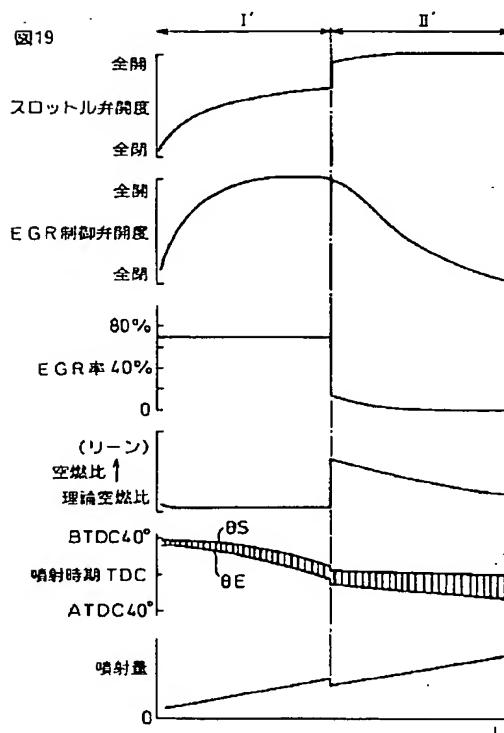
N

【図17】

図17

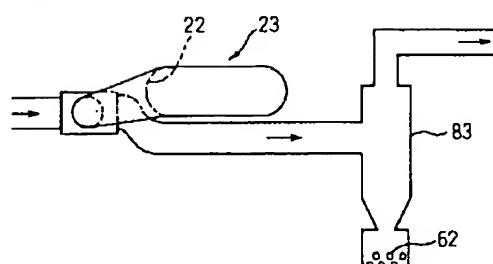


【図19】



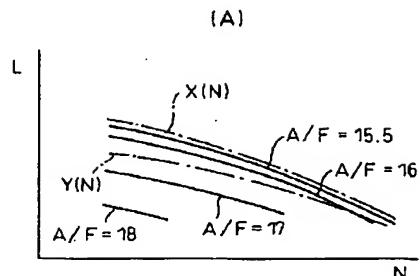
【図33】

図33



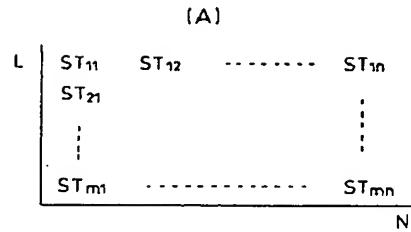
【図20】

図20

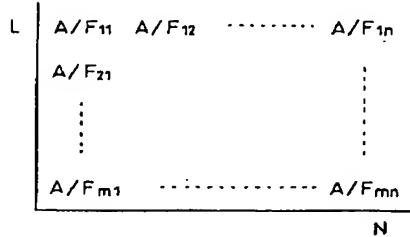


【図21】

図21

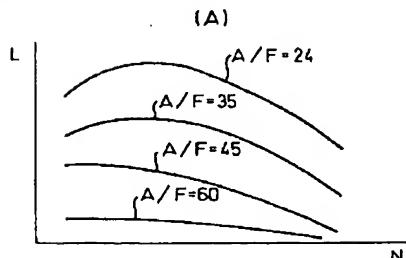


(B)

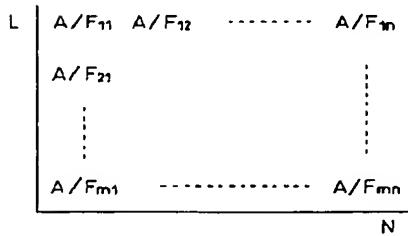


【図22】

図22

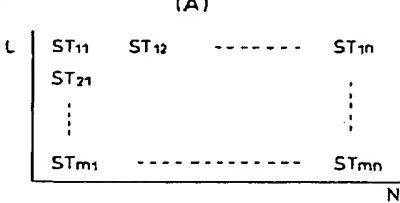


(B)

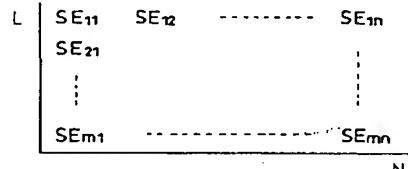


【図23】

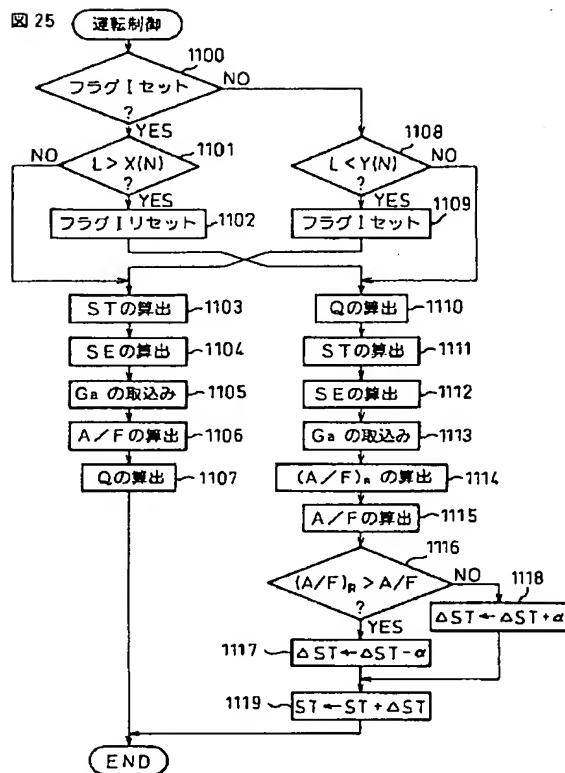
図23



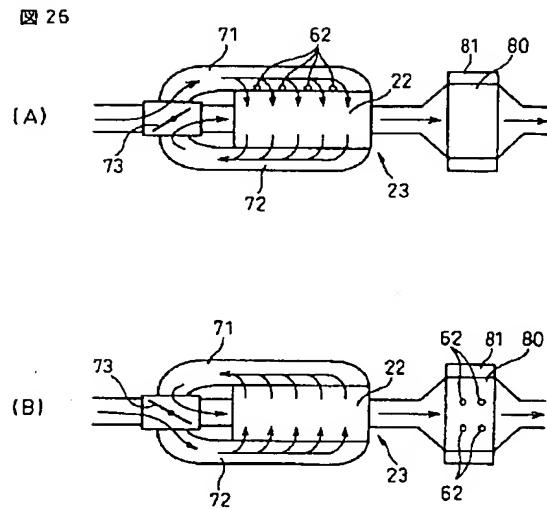
(B)



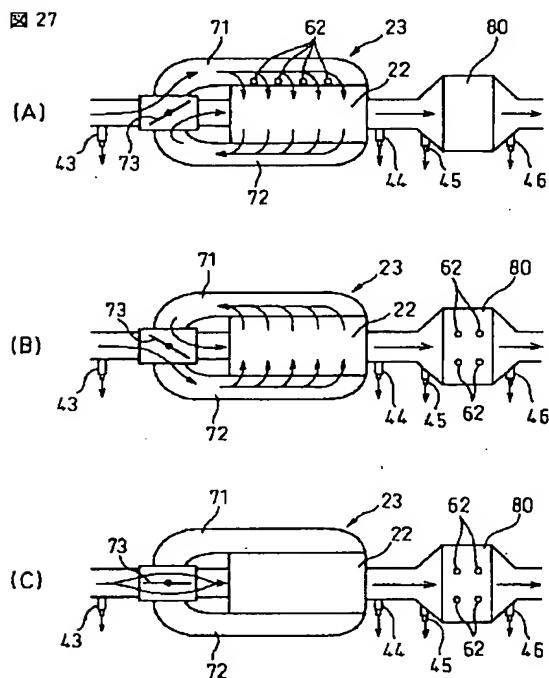
【図25】



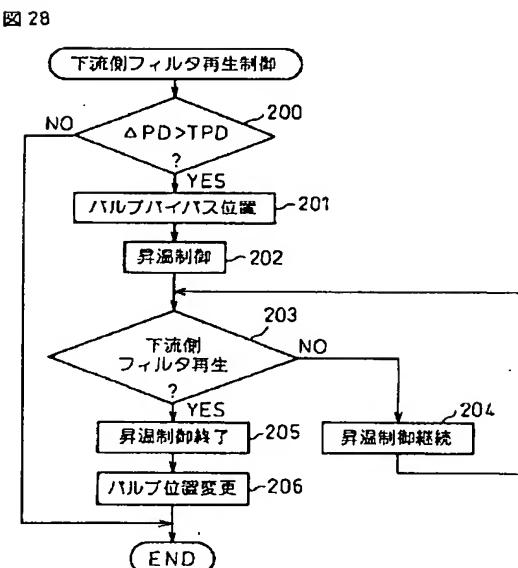
【図26】



【図27】

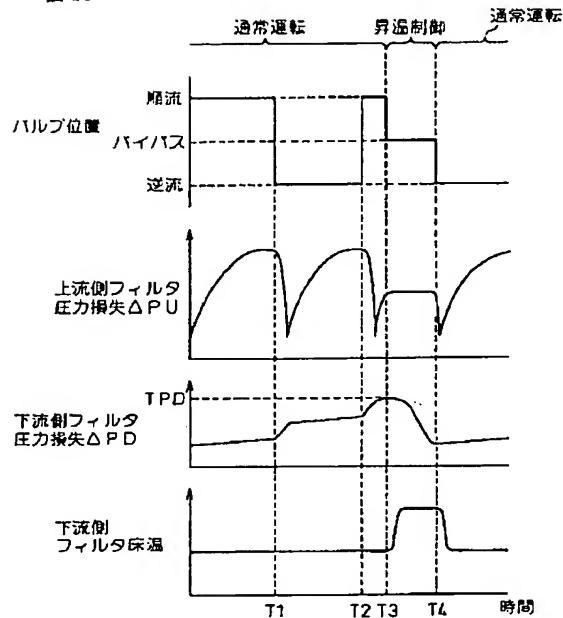


【図28】



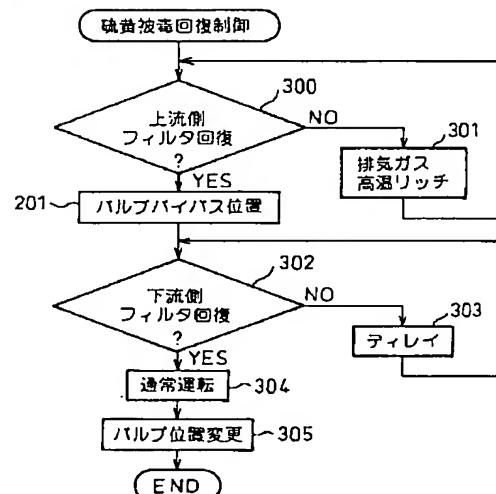
【図29】

図29



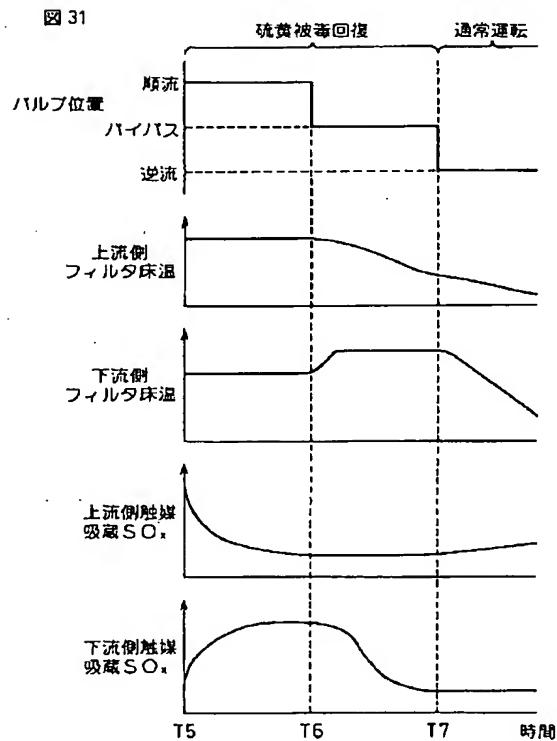
【図30】

図30



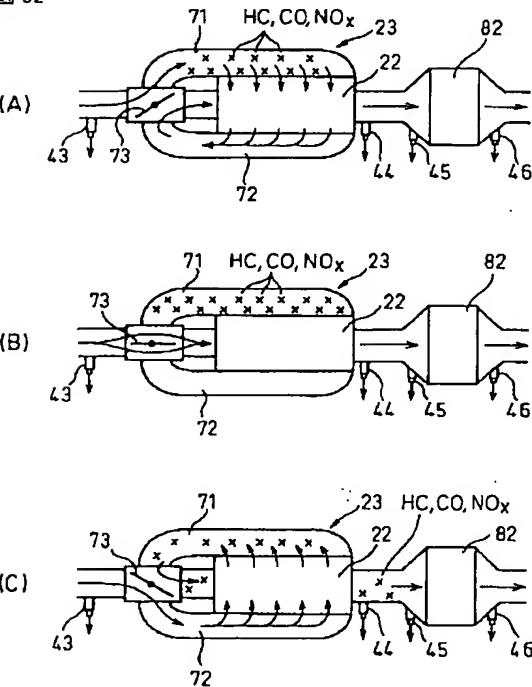
【図31】

図31



【図32】

図32



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 2001-342820  
 (43) Date of publication of application : 14.12.2001

(51) Int.CI.

F01N 3/02  
 F01N 3/08  
 F01N 3/20  
 F01N 3/24  
 F02D 41/04  
 F02D 43/00  
 F02M 25/07

(21) Application number : 2001-091118  
 (22) Date of filing : 27.03.2001

(71) Applicant : TOYOTA MOTOR CORP  
 (72) Inventor : ITO KAZUHIRO  
 TANAKA TOSHIAKI  
 HIROTA SHINYA  
 ASANUMA TAKAMITSU  
 KIMURA KOICHI  
 NAKATANI KOICHIRO

(30) Priority

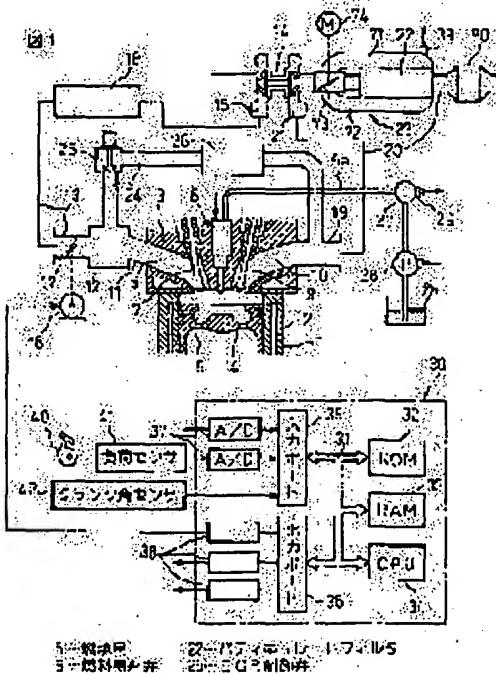
Priority number : 2000095284 Priority date : 29.03.2000 Priority country : JP

## (54) EXHAUST EMISSION CONTROL DEVICE OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE

## (57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make innocuous toxic matter in exhaust emission flowing to the downstream side from a particulate filter in the case of backflow of exhaust emission by preventing most of fine particles from being collected on one side of a partition wall of a particulate filter, and exerting the oxidizing and removing action on the fine particles on the downstream of exhaust emission from the partition wall so that the action of sufficiently transmitting the action of oxidizing and removing fine particles collected on the partition wall by active oxygen is transmitted to all of the fine particle to inhibit the fine particles from being deposited on the partition wall.

SOLUTION: An oxidizer 61 for emitting active oxygen for oxidizing fine particles 62 temporarily collected on the partition wall 54 of the particulate filter 22 is supported on the partition wall 54, the exhaust emission flow passing through the partition 54 is reversed to disperse the fine particles collected on the partition wall 54 to one side of partition wall and the other side of the partition wall, thereby lowering the possibility that the fine particles collected on the partition wall 54 are deposited without being oxidized and removed, and a filter 80 as a means for making innocuous toxic component in exhaust emission is disposed on the downstream of the exhaust emission flow from the particulate filter 22.



## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The particulate filter for carrying out the uptake of the particle in the exhaust gas discharged from the combustion chamber is arranged in an engine flueway. In the exhaust emission control device of the internal combustion engine with which the uptake of the particle in exhaust gas is carried out when exhaust gas passes the wall of a particulate filter. The particle by which the uptake was temporarily carried out to the wall of the aforementioned particulate filter can be oxidized. By establishing the exhaust gas adverse current means for reversing the flow of the exhaust gas which passes the wall of the aforementioned particulate filter, and reversing the flow of the exhaust gas which passes the wall of the aforementioned particulate filter. One field of the wall of the aforementioned particulate filter and the field of another side are made to distribute the particle by which a uptake is carried out to the wall of the aforementioned particulate filter. by that cause The exhaust emission control device of the internal combustion engine which has arranged the harmless-sized means for reducing possibility of depositing without carrying out oxidization removal of the particle by which the uptake was carried out to the wall of the aforementioned particulate filter, and making the injurious ingredient in exhaust gas harmless to the downstream of an exhaust gas flow rather than the aforementioned particulate filter.

[Claim 2] The particulate filter for carrying out the uptake of the particle in the exhaust gas discharged from the combustion chamber is arranged in an engine flueway. In the exhaust emission control device of the internal combustion engine with which the uptake of the particle in exhaust gas is carried out when exhaust gas passes the wall of a particulate filter. The oxidizer which emits the active oxygen for oxidizing the particle by which the uptake was temporarily carried out to the wall of the aforementioned particulate filter is supported in the wall of the aforementioned particulate filter. By establishing the exhaust gas adverse current means for reversing the flow of the exhaust gas which passes the wall of the aforementioned particulate filter, and reversing the flow of the exhaust gas which passes the wall of the aforementioned particulate filter. One field of the wall of the aforementioned particulate filter and the field of another side are made to distribute the particle by which a uptake is carried out to the wall of the aforementioned particulate filter. by that cause The exhaust emission control device of the internal combustion engine which has arranged the harmless-sized means for reducing possibility of depositing without carrying out oxidization removal of the particle by which the uptake was carried out to the wall of the aforementioned particulate filter, and making the injurious ingredient in exhaust gas harmless to the downstream of an exhaust gas flow rather than the aforementioned particulate filter.

[Claim 3] The exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 1 or 2 which has arranged the particle capture means to the downstream of an exhaust gas flow rather than the aforementioned particulate filter as a harmless-sized means for making the injurious ingredient in exhaust gas harmless.

[Claim 4] The exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 3 which has arranged the particle capture means equipped with the temperature up means to the downstream of an exhaust gas flow rather than the aforementioned particulate filter as a harmless-sized means for making the injurious ingredient in exhaust gas harmless.

[Claim 5] The aforementioned adverse current means is the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 4 in which the aforementioned particle capture means carries out a temperature up by being made to bypass, without having the bypass mode you are made to bypass, without exhaust gas passing the wall of a particulate filter, and exhaust gas passing the wall of a particulate filter.

[Claim 6] The exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 5 in which is made to bypass, without exhaust gas passing the wall of a particulate filter when a particle accumulates on the aforementioned particle capture means, and the aforementioned particle capture means carries out a temperature up.

[Claim 7] The exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 3 which performs

sulfur poisoning recovery of the aforementioned particulate filter, and was subsequently made to perform sulfur poisoning recovery of the aforementioned particle capture means when sulfur poisoning recovery of the aforementioned particle capture means should have been performed.

[Claim 8] The exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 1 or 2 which has arranged the exhaust air gas cleanup catalyst to the downstream of an exhaust gas flow rather than the aforementioned particulate filter as a harmless-sized means for making the injurious ingredient in exhaust gas harmless.

[Claim 9] The exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 1 or 2 which has arranged the cyclone to the downstream of an exhaust gas flow rather than the aforementioned particulate filter as a harmless-sized means for making the injurious ingredient in exhaust gas harmless.

[Claim 10] The exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 1 or 2 which has arranged the further filter, respectively as a harmless-sized means for making the injurious ingredient in exhaust gas harmless in the position which serves as a downstream of an exhaust gas flow from the aforementioned particulate filter when an exhaust gas flow is a forward feed, and the position which serves as a downstream of an exhaust gas flow from the aforementioned particulate filter when an exhaust gas flow is an adverse current.

[Claim 11] As the aforementioned particulate filter The amount of discharge particles discharged by per unit time from a combustion chamber sets on a particulate filter. The inside of a short time carries out oxidization removal, without emitting a luminous flame, as soon as the particle in exhaust gas flows into a particulate filter, without emitting a luminous flame to per unit time, when fewer than the oxidization removable amount of particles in which oxidization removal is possible. And though the aforementioned amount of discharge particles increases more than the aforementioned oxidization removable amount of particles temporarily, it sets on a particulate filter. The particulate filter which carries out oxidization removal, without the particle on a particulate filter emitting a luminous flame when a particle deposits below a fixed limit and the aforementioned amount of discharge particles becomes less than the aforementioned oxidization removable amount of particles is used. The aforementioned oxidization removable amount of particles is dependent on the temperature of a particulate filter. The aforementioned amount of discharge particles usually becomes less than the aforementioned oxidization removable amount of particles. And though the aforementioned amount of discharge particles increased more than the aforementioned oxidization removable amount of particles temporarily, when the amount of account discharge particles of back to front becomes less than the aforementioned oxidization removable amount of particles The control means for maintaining the aforementioned amount of discharge particles and the temperature of a particulate filter so that only the particle of the amount below the fixed limit which can be alike and carry out oxidization removal may be deposited on a particulate filter are provided. The exhaust emission control device of an internal combustion engine given in any 1 term of the claims 1-10 which were made to carry out oxidization removal of the particle in exhaust gas by it, without emitting a luminous flame on a particulate filter.

[Claim 12] The aforementioned amount of discharge particles usually becomes less than the aforementioned oxidization removable amount of particles. And so that only the particle of the amount below the fixed limit which can carry out oxidization removal when the amount of account discharge particles of back to front becomes less than the aforementioned oxidization removable amount of particles, though the aforementioned amount of discharge particles increased more than the aforementioned oxidization removable amount of particles temporarily may be deposited on a particulate filter The exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 11 which controlled the service condition of an internal combustion engine that the aforementioned amount of discharge particles and the temperature of a particulate filter should be maintained.

[Claim 13] The exhaust emission control device of an internal combustion engine given in any 1 term of the claims 2-12 which are the oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent which will emit the held oxygen in the form of active oxygen if the aforementioned oxidizer will incorporate oxygen if an excess oxygen exists in the circumference, oxygen is held and a surrounding oxygen density falls.

[Claim 14] The forward-feed mode in which, as for the aforementioned adverse current means, exhaust gas passes the wall of a particulate filter to the first sense, It has the adverse current mode in which exhaust gas passes a particulate wall to the second sense of a retrose with the first sense of the above. If the amount of the inert gas supplied to the aforementioned combustion chamber is increased, the yield of soot will increase gradually and will reach a peak. The internal combustion engine which the fuel at the time of the combustion in the aforementioned combustion chamber and gas \*\* of the circumference become lower than the generation temperature of soot, and soot stops almost generating when the amount of the inert gas supplied to the aforementioned combustion chamber is increased further is used. Combustion with few amounts of the inert gas supplied to the aforementioned combustion chamber than the amount of the inert gas from which the yield of soot serves as a peak at the time of the forward-feed mode of the aforementioned adverse current means is performed. The exhaust emission control device of an internal combustion

engine given in any 1 term of the claims 1-13 which were made to perform combustion which there are more amounts of the inert gas supplied to the aforementioned combustion chamber than the amount of the inert gas from which the yield of soot serves as a peak at the time of the adverse current mode of the aforementioned adverse current means, and soot hardly generates.

[Claim 15] The exhaust emission control device of an internal combustion engine given in any 1 term of the claims 1-14 it was made to move the particle by which the uptake was carried out temporarily to the interior of the wall of the aforementioned particulate filter by reversing the flow of the exhaust gas which the aforementioned oxidizer is supported inside the wall of the aforementioned particulate filter, and passes the wall of the aforementioned particulate filter.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the exhaust emission control device of an internal combustion engine.

[0002]

[Description of the Prior Art] The particulate filter for carrying out the uptake of the particle in the exhaust gas discharged from the combustion chamber conventionally is arranged in an engine flueway, and when exhaust gas passes the wall of a particulate filter, the exhaust emission control device of the internal combustion engine with which the uptake of the particle in exhaust gas is carried out is known. As an example of the exhaust emission control device of this kind of internal combustion engine, there are some which were indicated by JP,7-106290,B, for example.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the exhaust emission control device of the internal combustion engine indicated by JP,7-106290,A, the flow of the exhaust gas which passes a particulate filter is not reversed. Therefore, the particle by which a uptake is carried out to the wall of a particulate filter cannot be distributed to one field of the wall of a particulate filter, and the field of another side. If the uptake of the particle more than a certain constant rate is carried out to the wall of a particulate filter, the operation which is going to remove a particle will stop consequently, fully getting across to no particles. Therefore, in the exhaust emission control device of the internal combustion engine indicated by JP,7-106290,A, if it becomes more than a constant rate with the amount of particles which flows into a particulate filter, the particle removal operation which a particulate filter has stops fully getting across to no particles in connection with the uptake of all those particles being carried out to one field of the wall of a particulate filter consequently, and a particle will accumulate on the wall of a particulate filter. Therefore, a particulate filter will carry out blinding and back pressure will rise.

[0004] In view of the aforementioned trouble, this invention reverses the flow of the exhaust gas which passes a particulate filter. While preventing that a particle accumulates on the wall of a particulate filter by fully telling the oxidization removal operation which carries out oxidization removal of the particle by which the uptake was carried out to the wall of a particulate filter to all particles Though possibility that a particle will be desorbed from a particulate filter is reduced and a particle is desorbed from a particulate filter when made for the flow of exhaust gas to be reversed It aims at offering the exhaust emission control device of the internal combustion engine which can secure time required to carry out oxidization removal of the particle by removing the particle in the latter part of a particulate filter.

[0005]

[Means for Solving the Problem] The particulate filter for carrying out the uptake of the particle in the exhaust gas discharged from the combustion chamber according to invention according to claim 1 is arranged in an engine flueway. In the exhaust emission control device of the internal combustion engine with which the uptake of the particle in exhaust gas is carried out when exhaust gas passes the wall of a particulate filter The particle by which the uptake was temporarily carried out to the wall of the aforementioned particulate filter can be oxidized. By establishing the exhaust gas adverse current means for reversing the flow of the exhaust gas which passes the wall of the aforementioned particulate filter, and reversing the flow of the exhaust gas which passes the wall of the aforementioned particulate filter One field of the wall of the aforementioned particulate filter and the field of another side are made to distribute the particle by which a uptake is carried out to the wall of the aforementioned particulate filter. by that cause Possibility of depositing without carrying out oxidization removal of the particle by which the uptake was carried out to the wall of the aforementioned particulate filter is reduced. The exhaust emission control device of the internal combustion engine which has arranged the harmless-sized means for making the injurious ingredient in exhaust gas

harmless to the downstream of an exhaust gas flow rather than the aforementioned particulate filter is offered.

[0006] In the exhaust emission control device of an internal combustion engine according to claim 1, the particle by which a uptake is carried out to the wall of a particulate filter is distributed by one field of the wall of a particulate filter, and the field of another side by the particle by which the uptake was temporarily carried out to the wall of a particulate filter being able to oxidize by active oxygen or the oxygen in exhaust gas, and reversing the flow of the exhaust gas which passes the wall of a particulate filter. Therefore, while most particles which flowed in the particulate filter avoid that a uptake will be carried out in one field of the wall of a particulate filter, it can do an oxidization removal operation from the direction of the wall of a particulate filter to the particle of the downstream of an exhaust gas flow. Furthermore, possibility of depositing without carrying out oxidization removal of the particle by which the uptake was carried out to the wall of a particulate filter is made to decrease in the exhaust emission control device of an internal combustion engine according to claim 1, when the particle by which a uptake is carried out to the wall of a particulate filter is distributed by one field of the wall of a particulate filter, and the field of another side. Therefore, it can prevent that become possible to fully tell the oxidization removal operation which carries out oxidization removal of the particle by which the uptake was carried out to the wall of a particulate filter by active oxygen or the oxygen in exhaust gas to all particles, consequently a particle accumulates on the wall of a particulate filter. Moreover, in the exhaust emission control device of an internal combustion engine according to claim 1, the harmless-sized means for making the injurious ingredient in exhaust gas harmless is arranged rather than the particulate filter at the downstream of an exhaust gas flow. Therefore, when reversing the flow of the exhaust gas which passes the wall of a particulate filter, the toxic substance in the exhaust gas which may flow to the downstream of an exhaust gas flow rather than a particulate filter can be made harmless.

[0007] The particulate filter for carrying out the uptake of the particle in the exhaust gas discharged from the combustion chamber according to invention according to claim 2 is arranged in an engine flueway. In the exhaust emission control device of the internal combustion engine with which the uptake of the particle in exhaust gas is carried out when exhaust gas passes the wall of a particulate filter The oxidizer which emits the active oxygen for oxidizing the particle by which the uptake was temporarily carried out to the wall of the aforementioned particulate filter is supported in the wall of the aforementioned particulate filter. By establishing the exhaust gas adverse current means for reversing the flow of the exhaust gas which passes the wall of the aforementioned particulate filter, and reversing the flow of the exhaust gas which passes the wall of the aforementioned particulate filter One field of the wall of the aforementioned particulate filter and the field of another side are made to distribute the particle by which a uptake is carried out to the wall of the aforementioned particulate filter. by that cause Possibility of depositing without carrying out oxidization removal of the particle by which the uptake was carried out to the wall of the aforementioned particulate filter is reduced. The exhaust emission control device of the internal combustion engine which has arranged the harmless-sized means for making the injurious ingredient in exhaust gas harmless to the downstream of an exhaust gas flow rather than the aforementioned particulate filter is offered.

[0008] In the exhaust emission control device of an internal combustion engine according to claim 2, the particle by which a uptake is carried out to the wall of a particulate filter is distributed by one field of the wall of a particulate filter, and the field of another side by the oxidizer which emits the active oxygen for oxidizing the particle by which the uptake was temporarily carried out to the wall of a particulate filter being supported by the wall of a particulate filter, and reversing the flow of the exhaust gas which passes the wall of a particulate filter. Therefore, while most particles which flowed in the particulate filter avoid that a uptake will be carried out in one field of the wall of a particulate filter, it can do an oxidization removal operation from the direction of the wall of a particulate filter to the particle of the downstream of an exhaust gas flow. Furthermore, possibility of depositing without carrying out oxidization removal of the particle by which the uptake was carried out to the wall of a particulate filter is made to decrease in the exhaust emission control device of an internal combustion engine according to claim 2, when the particle by which a uptake is carried out to the wall of a particulate filter is distributed by one field of the wall of a particulate filter, and the field of another side. Therefore, it can prevent that become possible to fully tell the oxidization removal operation which carries out oxidization removal of the particle by which the uptake was carried out to the wall of a particulate filter by active oxygen to all particles, consequently a particle accumulates on the wall of a particulate filter. Moreover, in the exhaust emission control device of an internal combustion engine according to claim 2, the harmless-sized means for making the injurious ingredient in exhaust gas harmless is arranged rather than the particulate filter at the downstream of an exhaust gas flow. Therefore, when reversing the flow of the exhaust gas which passes the wall of a particulate filter, the toxic substance in the exhaust gas which may flow to the downstream of an exhaust gas flow rather than a particulate filter can be made harmless.

[0009] According to invention according to claim 3, the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 1 or 2 which has arranged the particle prehension means to the downstream of an exhaust

gas flow rather than the aforementioned particulate filter as a harmless-sized means for making the injurious ingredient in exhaust gas harmless is offered.

[0010] In the exhaust emission control device of an internal combustion engine according to claim 3, a particle prehension means is arranged rather than a particulate filter at the downstream of an exhaust gas flow as a harmless-sized means for making the injurious ingredient in exhaust gas harmless. Therefore, when reversing the flow of the exhaust gas which passes the wall of a particulate filter, it can prevent that the particle which may flow to the downstream of an exhaust gas flow will be discharged as it is from a particulate filter.

[0011] According to invention according to claim 4, the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 3 which has arranged the particle capture means equipped with the temperature up means to the downstream of an exhaust gas flow rather than the aforementioned particulate filter as a harmless-sized means for making the injurious ingredient in exhaust gas harmless is offered.

[0012] In the exhaust emission control device of an internal combustion engine according to claim 4, the particle capture means equipped with the temperature up means is arranged rather than a particulate filter at the downstream of an exhaust gas flow as a harmless-sized means for making the injurious ingredient in exhaust gas harmless. Therefore, when reversing the flow of the exhaust gas which passes the wall of a particulate filter, while preventing that the particle which may flow to the downstream of an exhaust gas flow will be discharged as it is from a particulate filter, oxidization removal of the particle caught by the particle capture means can be carried out.

[0013] According to invention according to claim 5, the aforementioned adverse current means has the bypass mode you are made to bypass, without exhaust gas passing the wall of a particulate filter, and the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 4 in which the aforementioned particle capture means carries out a temperature up is offered by being made to bypass, without exhaust gas passing the wall of a particulate filter.

[0014] In the exhaust emission control device of an internal combustion engine according to claim 5, a particle capture means carries out a temperature up by being made to bypass, without exhaust gas passing the wall of a particulate filter. Therefore, it is not necessary to establish a separate temperature up means for particle capture means like a heater, and the temperature up of the particle capture means can be carried out with the exhaust gas made to bypass a particulate filter.

[0015] According to invention according to claim 6, when a particle accumulates on the aforementioned particle capture means, it is made to bypass, without exhaust gas passing the wall of a particulate filter, and the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 5 in which the aforementioned particle capture means carries out a temperature up is offered.

[0016] In the exhaust emission control device of an internal combustion engine according to claim 6, when a particle accumulates on a particle capture means, it is made to bypass, without exhaust gas passing the wall of a particulate filter, and a particle capture means carries out a temperature up. When exhaust gas has a particulate filter bypassed in detail when a particle accumulates on a particle capture means, and the particle has not accumulated on a particle capture means, exhaust gas does not have a particulate filter bypassed. Therefore, when exhaust gas does not need to be made to bypass a particulate filter, in connection with exhaust gas being made to bypass a particulate filter, it can avoid that an oxidization removal operation of the oxidation catalyst inside the wall of a particulate filter becomes weaker.

[0017] According to invention according to claim 7, when sulfur poisoning recovery of the aforementioned particle capture means should be performed, the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 3 which performs sulfur poisoning recovery of the aforementioned particulate filter, and was subsequently made to perform sulfur poisoning recovery of the aforementioned particle capture means is offered.

[0018] In the exhaust emission control device of an internal combustion engine according to claim 7, when sulfur poisoning recovery of a particle capture means should be performed, sulfur poisoning recovery of a particulate filter is performed and, subsequently sulfur poisoning recovery of a particle capture means is performed. Therefore, the number of times by which sulfur poisoning recovery of a particle capture means is performed can be made fewer than the case where sulfur poisoning recovery of a particle capture means is performed first, sulfur poisoning recovery of a particulate filter is performed next, and sulfur poisoning recovery of a particle capture means which finally carried out poisoning again with the sulfur which flowed out on the occasion of sulfur poisoning recovery of a particulate filter is performed.

[0019] According to invention according to claim 8, the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 1 or 2 which has arranged the exhaust air gas cleanup catalyst to the downstream of an exhaust gas flow rather than the aforementioned particulate filter as a harmless-sized means for making the injurious ingredient in exhaust gas harmless is offered.

[0020] In the exhaust emission control device of an internal combustion engine according to claim 8, an exhaust air gas cleanup catalyst is arranged rather than a particulate filter at the downstream of an exhaust gas flow as a harmless-sized means for making the injurious ingredient in exhaust gas harmless. Therefore, it can prevent being discharged as it is, without purifying the exhaust gas which flows to the downstream of an exhaust gas flow rather than a particulate filter, when reversing the flow of the exhaust gas which passes the wall of a particulate filter.

[0021] According to invention according to claim 9, the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 1 or 2 which has arranged the cyclone to the downstream of an exhaust gas flow rather than the aforementioned particulate filter as a harmless-sized means for making the injurious ingredient in exhaust gas harmless is offered.

[0022] In the exhaust emission control device of an internal combustion engine according to claim 9, a cyclone is arranged rather than a particulate filter at the downstream of an exhaust gas flow as a harmless-sized means for making the injurious ingredient in exhaust gas harmless. Therefore, when reversing the flow of the exhaust gas which passes the wall of a particulate filter, it can prevent being discharged [ which had accumulated on the particulate filter front face ] as it is, without desorbing the particle of a major diameter from a particulate filter front face comparatively, and carrying out the uptake of the particle from which it was desorbed.

[0023] According to invention according to claim 10, the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 1 or 2 which has arranged the further filter, respectively as a harmless-sized means for making the injurious ingredient in exhaust gas harmless in the position which serves as a downstream of an exhaust gas flow from the aforementioned particulate filter when an exhaust gas flow is a forward feed, and the position which serves as a downstream of an exhaust gas flow from the aforementioned particulate filter when an exhaust gas flow is an adverse current is offered.

[0024] In the exhaust emission control device of an internal combustion engine according to claim 10, the further filter is arranged, respectively as a harmless-sized means for making the injurious ingredient in exhaust gas harmless in the position which serves as a downstream of an exhaust gas flow from a particulate filter when an exhaust gas flow is a forward feed, and the position which serves as a downstream of an exhaust gas flow from a particulate filter when an exhaust gas flow is an adverse current. Therefore, when reversing the flow of the exhaust gas which passes the wall of a particulate filter, it can prevent being discharged [ which had accumulated on the particulate filter front face ] as it is, without desorbing the particle of a major diameter from a particulate filter front face comparatively, and carrying out the uptake of the particle from which it was desorbed.

[0025] According to invention according to claim 11, as the aforementioned particulate filter The amount of eccrisis particles discharged by per unit time from a combustion chamber sets on a particulate filter. The inside of a short time carries out oxidization removal, without emitting a luminous flame, as soon as the particle in exhaust gas flows into a particulate filter, without emitting a luminous flame to per unit time, when fewer than the oxidization removable amount of particles in which oxidization removal is possible. And though the aforementioned amount of eccrisis particles increases more than the aforementioned oxidization removable amount of particles temporarily, it sets on a particulate filter. The particulate filter which carries out oxidization removal, without the particle on a particulate filter emitting a luminous flame when a particle deposits below a fixed limit and the aforementioned amount of eccrisis particles becomes less than the aforementioned oxidization removable amount of particles is used. The aforementioned oxidization removable amount of particles is dependent on the temperature of a particulate filter. The aforementioned amount of eccrisis particles usually becomes less than the aforementioned oxidization removable amount of particles. And though the aforementioned amount of eccrisis particles increased more than the aforementioned oxidization removable amount of particles temporarily, when the amount of account eccrisis particles of back to front becomes less than the aforementioned oxidization removable amount of particles The control means for maintaining the aforementioned amount of eccrisis particles and the temperature of a particulate filter so that only the particle of the amount below the fixed limit which can be alike and carry out oxidization removal may be deposited on a particulate filter are provided. Any 1 term of the claims 1-10 which were made to carry out oxidization removal of the particle in exhaust gas by it, without emitting a luminous flame on a particulate filter is provided with the exhaust emission control device of the internal combustion engine of a publication.

[0026] In the exhaust emission control device of an internal combustion engine according to claim 11 The amount of eccrisis particles usually becomes less than the oxidization removable amount of particles. And though the amount of eccrisis particles increased more than the oxidization removable amount of particles temporarily, when the amount of eccrisis particles becomes less than the oxidization removable amount of particles after that By maintaining the amount of eccrisis particles, and the temperature of a particulate filter so that only the particle of the amount below the fixed limit which can be alike and carry out oxidization removal may be deposited on a particulate filter Oxidization removal is carried out without the particle in exhaust gas emitting a luminous flame on a particulate filter. Therefore, after a

particle accumulates in the shape of a laminating on a particulate filter like [ in conventional ], before not emitting a luminous flame, not removing the particle and a particle's accumulating in the shape of a laminating on a particulate filter, the particle in exhaust gas is removable by oxidizing a particle.

[0027] According to invention according to claim 12, the aforementioned amount of eccrisis particles usually becomes less than the aforementioned oxidization removable amount of particles. And so that only the particle of the amount below the fixed limit which can carry out oxidization removal when the amount of account eccrisis particles of back to front becomes less than the aforementioned oxidization removable amount of particles, though the aforementioned amount of eccrisis particles increased more than the aforementioned oxidization removable amount of particles temporarily may be deposited on a particulate filter The exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 11 which controlled the service condition of an internal combustion engine that the aforementioned amount of eccrisis particles and the temperature of a particulate filter should be maintained is offered.

[0028] In the exhaust emission control device of an internal combustion engine according to claim 12 The amount of eccrisis particles usually becomes less than the oxidization removable amount of particles. And so that only the particle of the amount below the fixed limit which can carry out oxidization removal when the amount of eccrisis particles becomes less than the oxidization removable amount of particles after that, though the amount of eccrisis particles increased more than the oxidization removable amount of particles temporarily may be deposited on a particulate filter The service condition of an internal combustion engine is controlled that the amount of eccrisis particles and the temperature of a particulate filter should be maintained. In detail, so that the amount of eccrisis particles may become less than the oxidization removable amount of particles Or so that only the particle of the amount below the fixed limit which can carry out oxidization removal when the amount of eccrisis particles becomes less than the oxidization removable amount of particles after that, though the amount of eccrisis particles increased more than the oxidization removable amount of particles temporarily may be deposited on a particulate filter The service condition of an internal combustion engine is controlled based on the amount of eccrisis particles, and the temperature of a particulate filter. Therefore, the service condition in which the service condition of the amount of eccrisis particles of an internal combustion engine becomes less than the oxidization removable amount of particles, or It differs from the case where it agrees by chance in the service condition which deposits only the particle of the amount below the fixed limit which can carry out oxidization removal when the amount of eccrisis particles becomes less than the oxidization removable amount of particles after that, though the amount of eccrisis particles increased more than the oxidization removable amount of particles temporarily on a particulate filter. Certainly [ whether the amount of eccrisis particles is made fewer than the oxidization removable amount of particles, and ] Or though the amount of eccrisis particles increased more than the oxidization removable amount of particles temporarily, when the amount of eccrisis particles becomes less than the oxidization removable amount of particles after that, it can avoid depositing only the particle of the amount below the fixed limit which can carry out oxidization removal on a particulate filter. So, compared with the case where the service condition of an internal combustion engine agrees by chance, before a particle accumulates in the shape of a laminating on a particulate filter, a particle can be oxidized much more certainly.

[0029] If according to invention according to claim 13 the aforementioned oxidizer will incorporate oxygen if an excess oxygen exists in the circumference, oxygen is held and a surrounding oxygen density falls, any 1 term of the claims 2-12 which are the oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent which emits the held oxygen in the form of active oxygen will be provided with the exhaust emission control device of the internal combustion engine of a publication.

[0030] With the exhaust emission control device of an internal combustion engine according to claim 13, when an excess oxygen exists in the circumference, oxygen is incorporated and held by the oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent as an oxidizer currently supported by the particulate filter, and when a surrounding oxygen density falls, the held oxygen is emitted in the form of active oxygen. Therefore, oxidization removal of the particle can be carried out, without emitting a luminous flame by the active oxygen which oxygen occlusion and an active oxygen discharge agent emit before a particle accumulates on a particulate filter at the shape of a laminating unlike the particle emitting a luminous flame after a particle accumulates on a particulate filter like [ in conventional ] at the shape of a laminating, and being removed.

[0031] According to invention according to claim 14, the aforementioned adverse current means The forward-feed mode in which exhaust gas passes the wall of a particulate filter to the first sense, It has the adverse current mode in which exhaust gas passes a particulate wall to the second sense of a retrose with the first sense of the above. If the amount of the inert gas supplied to the aforementioned combustion chamber is increased, the yield of soot will increase gradually and will reach a peak. The internal combustion engine which the fuel at the time of the combustion in the aforementioned combustion chamber and gas \*\* of the circumference become lower than the generation temperature of soot, and soot stops almost generating when the amount of the inert gas supplied to the aforementioned combustion

chamber is increased further is used. Combustion with few amounts of the inert gas supplied to the aforementioned combustion chamber than the amount of the inert gas from which the yield of soot serves as a peak at the time of the forward-feed mode of the aforementioned adverse current means is performed. Any 1 term of the claims 1-13 which were made to perform combustion which there are more amounts of the inert gas supplied to the aforementioned combustion chamber than the amount of the inert gas from which the yield of soot serves as a peak at the time of the adverse current mode of the aforementioned adverse current means, and soot hardly generates is provided with the exhaust emission control device of the internal combustion engine of a publication.

[0032] In the exhaust emission control device of an internal combustion engine according to claim 14, combustion with few amounts of the inert gas supplied to a combustion chamber than the amount of the inert gas from which the yield of soot serves as a peak at the time of the forward-feed mode of an adverse current means is performed, and combustion which there are more amounts of the inert gas supplied to a combustion chamber than the amount of the inert gas from which the yield of soot serves as a peak at the time of the adverse current mode of an adverse current means, and soot hardly generates is performed. That is, since combustion which there are more amounts of the inert gas supplied to a combustion chamber than the amount of the inert gas from which the yield of soot serves as a peak, and soot hardly generates is performed, an oxidization removal operation of a particle can be promoted by HC and CO which are contained in the exhaust gas at that time. Furthermore, exhaust gas is made to flow backwards when combustion which there are more amounts of the inert gas supplied to a combustion chamber than the amount of the inert gas from which the yield of soot serves as a peak, and soot hardly generates is performed. Therefore, when combustion with few amounts of the inert gas supplied to a combustion chamber than the amount of the inert gas from which the yield of soot serves as a peak is performed, a particle accumulates on one front face of a particulate filter. Even if sulfur poisoning of the catalyst on the front face of a particulate filter will be carried out Oxidization removal of the particle deposited on one front face of a particulate filter can be carried out with HC which flowed from the front face of the opposite side of a particulate filter, and passed through the interior of the wall of a particulate filter, and CO content exhaust gas, without being influenced of sulfur poisoning.

[0033] According to invention according to claim 15, any 1 term of the claims 1-14 it was made to move the particle by which the uptake was carried out temporarily to the interior of the wall of the aforementioned particulate filter is provided with the exhaust emission control device of the internal combustion engine of a publication by reversing the flow of the exhaust gas which the aforementioned oxidizer is supported inside the wall of the aforementioned particulate filter, and passes the wall of the aforementioned particulate filter.

[0034] In the exhaust emission control device of an internal combustion engine according to claim 15, since the oxidizer is supported inside the wall of a particulate filter, in the interior of the wall of a particulate filter, oxidization removal of the particle inside the wall of a particulate filter can be carried out by the oxidizer inside the wall of a particulate filter. Furthermore, the particle by which the uptake was carried out temporarily is made to move to the interior of the wall of a particulate filter by reversing the flow of the exhaust gas which passes the wall of a particulate filter in the exhaust emission control device of an internal combustion engine according to claim 14. Therefore, it can promote by moving the particle by which the uptake was temporarily carried out to the interior of the wall of a particulate filter in the oxidization removal operation which carries out oxidization removal of the particle inside the wall of a particulate filter by the oxidizer inside the wall of a particulate filter.

[0035]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, the operation gestalt of this invention is explained using an accompanying drawing.

[0036] Drawing 1 shows the first operation gestalt which applied the exhaust emission control device of the internal combustion engine of this invention to the compression-ignition formula internal combustion engine. In addition, this invention is also applicable also to a jump-spark-ignition formula internal combustion engine. if drawing 1 is referred to -- 1 -- an engine main part and 2 -- a cylinder block and 3 -- the cylinder head and 4 -- a piston and 5 -- in an inlet valve and 8, a suction port and 9 show an exhaust valve and 10 shows [ a combustion chamber and 6 / an electric control formula fuel injection valve and 7 ] an exhaust air port, respectively A suction port 8 is connected with a surge tank 12 through the corresponding inhalation-of-air branch pipe 11, and a surge tank 12 is connected with the compressor 15 of the exhaust air turbocharger 14 through an air intake duct 13. In an air intake duct 13, the throttle valve 17 driven by the step motor 16 is arranged, and the cooling system 18 for cooling the inhalation air which flows the inside of an air intake duct 13 is arranged further at the circumference of an air intake duct 13. the operation gestalt shown in drawing 1 -- engine cooling water -- the inside of a cooling system 18 -- \*\*\*\* -- inhalation air is cooled with him and engine cooling water On the other hand, the exhaust air port 10 is connected with the exhaust gas turbine 21 of the exhaust air turbocharger 14 through an exhaust manifold 19 and an exhaust pipe 20, and the outlet of an exhaust gas turbine 21 is connected with the casing 23 which built in the particulate filter 22.

[0037] The particulate filter 22 is constituted so that exhaust gas can be poured also in the adverse current direction also in the direction of a forward feed. The first path which turns into an upstream path of a particulate filter 22 when, as for 71, exhaust gas passes a particulate filter 22 in the direction of a forward feed, and 72 are the upstream path of a particulate filter 22, and the second becoming path, when exhaust gas passes a particulate filter 22 in the adverse current direction. The exhaust air change bulb for 73 switching the flow of exhaust gas in the state of the direction of a forward feed, the adverse current direction, and a bypass and 74 are exhaust air change bulb driving gears. The particle prehension filter 80 is arranged rather than the particulate filter 22 at the downstream of an exhaust gas flow as a harmless-sized means for making the injurious ingredient in exhaust gas harmless.

[0038] It connects with an exhaust manifold 19 mutually through the exhaust gas recycle (EGR is called hereafter) path 24 as a surge tank 12, and the electric control formula EGR control valve 25 is arranged in the EGR path 24. Moreover, the cooling system 26 for cooling the EGR gas which flows the inside of the EGR path 24 is arranged at the circumference of the EGR path 24. the operation gestalt shown in drawing 1 -- engine cooling water -- the inside of a cooling system 26 -- \*\*\*\* -- EGR gas is cooled with him and engine cooling water On the other hand, each fuel injection valve 6 is connected with a fuel reservoir and the so-called common rail 27 through a fuel feeding pipe 26. The fuel which fuel was supplied into this common rail 27 from the strange fuel pump 28 with the good discharge quantity of an electric control formula, and was supplied in the common rail 27 is supplied to a fuel injection valve 6 through each fuel feeding pipe 26. The fuel pressure sensor 29 for detecting the fuel pressure in a common rail 27 to a common rail 27 is attached, and the discharge quantity of a fuel pump 28 is controlled so that the fuel pressure in a common rail 27 turns into target fuel pressure based on the output signal of the fuel pressure sensor 29.

[0039] An electronic control unit 30 consists of a digital computer, and possesses ROM (read-only memory)32, RAM (RAM)33, CPU (microprocessor)34, the input port 35, and the output port 36 which were connected by the bidirectional bus 31. The output signal of the fuel pressure sensor 29 is inputted into input port 35 through corresponding A-D converter 37. Moreover, the temperature sensor 39 for detecting the temperature of a particulate filter 22 to a particulate filter 22 is attached, and the output signal of this temperature sensor 39 is inputted into input port 35 through corresponding A-D converter 37. The load sensor 41 which generates the output voltage proportional to the amount L of trodding of an accelerator pedal 40 is connected to an accelerator pedal 40, and the output voltage of the load sensor 41 is inputted into input port 35 through corresponding A-D converter 37. Furthermore, whenever 30 degrees rotates, the crank angle sensor 42 which generates an output pulse is connected to input port 35 for a crankshaft. On the other hand, an output port 36 is connected to a fuel injection valve 6, the step motor 16 for a throttle-valve drive, the EGR control valve 25, and a fuel pump 28 through the corresponding drive circuit 38.

[0040] The structure of a particulate filter 22 is shown in drawing 2 . In addition, in drawing 2 , (A) shows the front view of a particulate filter 22, and (B) shows the side cross section of a particulate filter 22. As shown in drawing 2 (A) and (B), the particulate filter 22 is making the honeycomb structure and possesses two or more exhaust air circulation ways 50 and 51 which are mutually parallel and are prolonged. These exhaust air circulation way is constituted by the exhaust air gas-stream close path 50 where the down-stream edge was blockaded with the plug 52, and the exhaust air effluence-of-gas path 51 where the upper edge was blockaded with the plug 53. In addition, the portion which attached hatching in drawing 2 (A) shows the plug 53. Therefore, the exhaust air gas-stream close path 50 and the exhaust air effluence-of-gas path 51 are arranged by turns through the septum 54 of thin meat. If it says and changes, the exhaust air gas-stream close path 50 and the exhaust air effluence-of-gas path 51 will be arranged so that each exhaust air gas-stream close path 50 may be surrounded by four exhaust air effluence-of-gas paths 51 and each exhaust air effluence-of-gas path 51 may be surrounded by four exhaust air gas-stream close paths 50. A particulate filter 22 flows out for example, in the exhaust air effluence-of-gas path 51 which adjoins through the inside of the surrounding septum 54 as the exhaust gas which is formed from a porous material like a cordylite, therefore flowed in the exhaust air gas-stream close path 50 is shown by the arrow in drawing 2 (B).

[0041] With the operation gestalt by this invention, the peripheral wall side of each exhaust air gas-stream close path 50 and each exhaust air effluence-of-gas path 51, The layer of the support which continues on the whole surface on the outer edge surface of a plug 53 and the inner end face of plugs 52 and 53, for example, consists of an alumina is formed on the both-sides front face of each septum 54. namely, on this support The oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent which emits the oxygen held when oxygen was incorporated when the excess oxygen existed in a noble metal catalyst and the circumference, oxygen was held and the surrounding oxygen density fell in the form of active oxygen It is supported as an oxidation catalyst for oxidizing the particle by which the uptake was temporarily carried out on the front face of the septum 54 of a particulate filter.

[0042] In this case, with the operation gestalt by this invention, Platinum Pt is used as a noble metal catalyst, and at least one chosen from alkaline earth metal like Potassium K, Sodium Na, Lithium Li, Caesium Cs, alkali metal like Rubidium Rb, Barium Ba, Calcium calcium, and Strontium Sr as oxygen occlusion and an active oxygen discharge

agent, Lanthanum La, rare earth like Yttrium Y, and transition metals is used. In addition, it is desirable to use alkali metal or alkaline earth metal K with an ionization tendency higher than Calcium calcium, i.e., a potassium, Lithium Li, Caesium Cs, Rubidium Rb, Barium Ba, and Strontium Sr as oxygen occlusion and an active oxygen discharge agent in this case.

[0043] Next, although the particle removal operation in the exhaust gas by the particulate filter 22 is explained taking the case of the case where Platinum Pt and Potassium K are made to support, on support, even if it uses other noble metals, alkali metal, alkaline earth metal, rare earth, and transition metals, the same particle removal operation is performed. In the compression-ignition formula internal combustion engine as shown in drawing 1, combustion is performed by the basis with superfluous air, therefore exhaust gas includes a lot of excess airs. That is, if the ratio of the air and fuel which were supplied in the inhalation-of-air path and the combustion chamber 5 is called the air-fuel ratio of exhaust gas, in the compression-ignition formula internal combustion engine as shown in drawing 1, the air-fuel ratio of exhaust gas serves as RIN. Moreover, in the combustion chamber 5, since NO occurs, NO is contained in exhaust gas. Moreover, Sulfur S is contained in fuel, this sulfur S reacts with oxygen in a combustion chamber 5, and it is SO<sub>2</sub>. It becomes. Therefore, in exhaust gas, it is SO<sub>2</sub>. It is contained. Therefore, an excess oxygen, and NO and SO<sub>2</sub> The included exhaust gas will flow in the exhaust air gas-stream close path 50 of a particulate filter 22.

[0044] Drawing 3 (A) and (B) express typically the enlarged view of the front face of the support layer formed on the inner skin of the exhaust air gas-stream close path 50. In addition, in drawing 3 (A) and (B), 60 shows the particle of Platinum Pt, and 61 shows the oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent containing Potassium K. Since a lot of excess oxygens are contained in exhaust gas as mentioned above, when exhaust gas flows in the exhaust air gas-stream close path 50 of a particulate filter 22, as it is shown in drawing 3 (A), it is these oxygen O<sub>2</sub>. O<sub>2</sub> - Or it adheres to the front face of Platinum Pt in the form of O<sub>2</sub>- on the other hand -- NO in exhaust gas -- the front-face top of Platinum Pt -- O<sub>2</sub>- or O<sub>2</sub>- reacting -- NO<sub>2</sub> It becomes (2 NO+O<sub>2</sub> → 2NO<sub>2</sub>). Subsequently, generated NO<sub>2</sub> A part is a nitrate ion NO<sub>3</sub>, as shown in drawing 3 (A), being absorbed in oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent 61, and combining with Potassium K oxidizing on Platinum Pt. - It is spread in oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent 61 in a form, and is a potassium nitrate KNO<sub>3</sub>. It generates.

[0045] On the other hand, as mentioned above, in exhaust gas, it is SO<sub>2</sub>. It is contained and is this SO<sub>2</sub>. It is absorbed in oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent 61 by the same mechanism as NO. that is, it mentioned above -- as -- oxygen O<sub>2</sub> O<sub>2</sub>- or the form of O<sub>2</sub>- the front face of Platinum Pt -- adhering -- \*\*\*\* -- SO<sub>2</sub> in exhaust gas the front face of Platinum Pt -- O<sub>2</sub>- or O<sub>2</sub>- reacting -- SO<sub>3</sub> It becomes. Subsequently, generated SO<sub>3</sub> A part is sulfate-ion SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, being absorbed in oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent 61, and combining with Potassium K oxidizing further on Platinum Pt. - It is spread in oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent 61 in a form, and is potassium sulfate K<sub>2</sub> SO<sub>4</sub>. It generates. Thus, in oxygen occlusion and the active oxygen discharge catalyst 61, it is a potassium nitrate KNO<sub>3</sub>. And potassium sulfate K<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> It is generated.

[0046] On the other hand, the particle which mainly consists of carbon C in a combustion chamber 5 is generated, therefore these particles are contained in exhaust gas. On the front face of a support layer, for example, the front face of oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent 61, these particles contained in exhaust gas contact and adhere, as drawing 3 (B) shown in 62 when going to the exhaust air effluence-of-gas path 51 from the exhaust air gas-stream close path 50, while exhaust gas is flowing the inside of the exhaust air gas-stream close path 50 of a particulate filter 22 or.

[0047] Thus, if a particle 62 adheres on the front face of oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent 61, an oxygen density will fall in the contact surface of a particle 62, and the oxygen occlusion and an active oxygen discharge agent 61. If an oxygen density falls, a concentration difference arises between the inside of high oxygen occlusion and active oxygen discharge agent 61 of an oxygen density, and the oxygen in oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent 61 tends to move towards the contact surface of a particle 62, and the oxygen occlusion and an active oxygen discharge agent 61 thus. Consequently, potassium nitrate KNO<sub>3</sub> currently formed in oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent 61 It is decomposed into Potassium K and Oxygen O and NO, and NO is emitted for Oxygen O to oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent 61 shell exterior toward the contact surface of a particle 62, and the oxygen occlusion and an active oxygen discharge agent 61. NO emitted outside oxidizes on the platinum Pt of a downstream, and is again absorbed in oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent 61.

[0048] Potassium sulfate K<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> currently formed in oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent 61 on the other hand at this time Potassium K and oxygen O and SO<sub>2</sub> It is decomposed, Oxygen O goes to the contact surface of a particle 62, and the oxygen occlusion and an active oxygen discharge agent 61, and it is SO<sub>2</sub>. It is emitted to oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent 61 shell exterior. SO<sub>2</sub> emitted outside It oxidizes on the platinum Pt of a downstream and is again absorbed in oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent 61.

However, potassium sulfate  $K_2SO_4$  Since it is stabilizing, it is a potassium nitrate  $KNO_3$ . It compares and is hard to emit active oxygen.

[0049] On the other hand, the oxygen O which goes to the contact surface of a particle 62, and the oxygen occlusion and an active oxygen discharge agent 61 is a potassium nitrate  $KNO_3$ . Potassium sulfate  $K_2SO_4$  It is oxygen decomposed from the compound [ like ]. The oxygen O decomposed from the compound has high energy, and has very high activity. Therefore, the oxygen which goes to the contact surface of a particle 62, and the oxygen occlusion and an active oxygen discharge agent 61 is active oxygen O. If these active oxygen O contacts a particle 62, a particle 62 will be made to oxidize, without emitting a luminous flame immediately, and a particle 62 will disappear completely. Therefore, a particle 62 is hardly deposited on a particulate filter 22.

[0050] Or if active oxygen O contacts a particle 62, the oxidation of a particle 62 will be promoted, and a particle 62 is made to oxidize, without emitting a luminous flame to the inside of a short time for several minutes to number 10 minutes. Thus, while the particle is made to oxidize, other particles adhere to a particulate filter 22 from a degree to a degree. Therefore, on a particulate filter 22, a certain amount of quantity of the particle will always have accumulated, and some particles of this deposited particle will carry out oxidization removal. Thus, a continuous combustion is carried out, without the particle which adhered on the particulate filter 22 emitting a luminous flame.

[0051] In addition, it sets in oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent 61, repeating combination and separation of an oxygen atom, and  $NO_x$  is a nitrate ion  $NO_3^-$ . - It is thought that it is spread in a form and active oxygen also occurs in the meantime. A particle 62 is made to oxidize by this active oxygen. Moreover, although the particle 62 which adhered on the particulate filter 22 in this way is made to oxidize by active oxygen O, these particles 62 are made to oxidize to it by the oxygen in exhaust gas.

[0052] When the particle deposited in the shape of a laminating on the particulate filter 22 like before is made to burn, a particulate filter 22 becomes red-hot, and it burns with a flame. The combustion accompanied by such a flame must maintain the temperature of a particulate filter 22 to an elevated temperature, in order not to continue unless it is an elevated temperature, therefore to make the combustion accompanied by such a flame maintain.

[0053] On the other hand, in this invention, a particle 62 is made to oxidize, without emitting a luminous flame, as mentioned above, and the front face of a particulate filter 22 does not burn at this time. That is, if it says and changes, in this invention, compared with the former, it will have at low temperature considerably, and a particle 62 will carry out oxidization removal. Therefore, the particle removal operation by oxidization of the particle 62 which does not emit the luminous flame by this invention completely differs from the particle removal operation by the conventional combustion accompanied by a flame.

[0054] By the way, since Platinum Pt, and oxygen occlusion and an active oxygen discharge agent 61 are activated so that the temperature of a particulate filter 22 becomes high, the amount of the active oxygen O which oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent 61 may emit to per unit time increases, so that the temperature of a particulate filter 22 becomes high. Moreover, it becomes that oxidization removal is easy to be carried out, so that own temperature of a particle is high with a natural thing. Therefore, without emitting a luminous flame on a particulate filter 22 per unit time, the oxidization removable amount of particles in which oxidization removal is possible increases, so that the temperature of a particulate filter 22 becomes high.

[0055] The solid line of drawing 5 shows the oxidization removable amount G of particles in which oxidization removal is possible, without emitting a luminous flame to per unit time. In drawing 5, the horizontal axis shows the temperature  $TF$  of a particulate filter 22. In addition, although drawing 5 shows at the time of [ of particles / G ] making unit time into 1 second (i.e., the oxidization removable amount per second), it can adopt arbitrary time, such as 1 minute and 10 etc. minutes, as this unit time. For example, when 10 minutes is used as unit time, the oxidization removable amount G of particles per unit time will express the oxidization removable amount G of particles per for 10 minutes, and it increases, without emitting a luminous flame on a particulate filter 22 also by this case per unit time, so that the temperature of a particulate filter 22 becomes highly in the oxidization removable amount G of particles in which oxidization removal is possible, as is shown in drawing 5.

[0056] Oxidization removal is carried out without emitting a luminous flame on a particulate filter 22 to the inside of a short time, as soon as all the particles by which this amount M of eccentric particles was discharged from the combustion chamber 5 in the field I of drawing 5 when fewer than the oxidization removable particle G will contact a particulate filter 22, if the amount of the particle discharged by per unit time from a combustion chamber 5 is called the amount M of eccentric particles.

[0057] On the other hand, when [ than the oxidization removable amount G of particles ] more, in the field II of drawing 5, the amount of active oxygen wants the amount M of eccentric particles for oxidizing all particles. Drawing 4 (A) - (C) shows the situation of oxidization of the particle in such a case. That is, the particle portion which a part of particle 62 oxidized when the amount of active oxygen was insufficient for oxidizing all particles and the particle 62

adhered on oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent 61 as shown in drawing 4 (A), and did not fully oxidize remains on a support layer. Subsequently, if the state where the amounts of active oxygen are insufficient continues, the particle portion which did not oxidize from a degree to a degree will remain on a support layer, and as shown in drawing 4 (B) as a result, the front face of a support layer will come to be worn by the remains particle portion 63.

[0058] This remains particle portion 63 that is wearing the front face of a support layer deteriorates in the quality of carbon which cannot oxidize easily gradually, and this remains particle portion 63 becomes easy to remain as it is thus. Moreover, NO by Platinum Pt and SO<sub>2</sub> if the front face of a support layer is being worn by the remains particle portion 63 The oxidation and a discharge operation of the active oxygen by oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent 61 are suppressed. Consequently, as shown in drawing 4 (C), another particle 64 accumulates from a degree on the remains particle portion 63 to a degree. That is, a particle will accumulate in the shape of a laminating. Thus, if a particle accumulates in the shape of a laminating, since distance is separated from Platinum Pt, or oxygen occlusion and an active oxygen discharge agent 61, even if these particles are particles which are easy to oxidize even if, they will not oxidize by active oxygen O any longer, therefore still more nearly another particle will deposit them from a degree on this particle 64 to a degree. If more states than the oxidization removable amount G of particles continue, unless a particle will accumulate in the shape of a laminating on a particulate filter 22, and it will make an exhaust gas temperature into an elevated temperature thus or temperature of a particulate filter 22 will be made into an elevated temperature, it becomes impossible that is, for the amount M of eccrisis particles to carry out ignition combustion of the deposited particle.

[0059] Thus, a particle is made to oxidize in the field I of drawing 5 by the inside of a short time, without emitting a luminous flame on a particulate filter 22, and a particle accumulates in the shape of a laminating on a particulate filter 22 in the field II of drawing 5. Therefore, in order to make it a particle not accumulate in the shape of a laminating on a particulate filter 22, it is necessary to make the amount M of eccrisis particles always fewer than the oxidization removable amount G of particles.

[0060] It is possible to maintain the amount M of eccrisis particles and the temperature TF of a particulate filter 22 in the compression-ignition formula internal combustion engine which it is possible to oxidize a particle even if the temperature TF of a particulate filter 22 is quite low, therefore is shown in drawing 1, in the particulate filter 22 used with the operation gestalt of this invention so that drawing 5 may show, so that the amount M of eccrisis particles may always become less than the oxidization removable amount G of particles. Therefore, it is made to maintain the amount M of eccrisis particles, and the temperature TF of a particulate filter 22 in the 1st operation gestalt by this invention, so that the amount M of eccrisis particles may always become less than the oxidization removable amount G of particles.

[0061] If there are always few amounts M of eccrisis particles than the oxidization removable amount G of particles, a particle will hardly accumulate on a particulate filter 22, and back pressure will hardly rise thus. Therefore, unit power does not decline. When it maintains so that the amount M of eccrisis particles may become less than the oxidization removable amount G of particles, a particle stops or accumulating in the shape of a laminating on a particulate filter 22. consequently, the pressure loss of the exhaust air gas stream in a particulate filter 22 -- completely -- \*\* -- it is maintained by the minimum pressure-loss value of about 1 law, without changing so that you may say A power fall is maintainable thus to the minimum.

[0062] It is difficult to oxidize a particle by active oxygen O on the other hand, even if the amount M of eccrisis particles becomes less that a particle once accumulates in the shape of a laminating on a particulate filter 22 than the oxidization removable amount G of particles, as mentioned above. However, if the amount M of exhaust air particles becomes less than the oxidization removable amount G of particles when the particle portion which did not oxidize is beginning to remain (i.e., when the particle has deposited below the fixed limit), oxidization removal of this remains particle portion will be carried out, without emitting a luminous flame by active oxygen O. Therefore, with the 2nd operation gestalt, the amount M of eccrisis particles usually becomes less than the oxidization removable amount G of particles. And so that the front face of a support layer may not be worn by the remains particle portion 63, as it is shown in drawing 4 (B), though the amount M of eccrisis particles increases more than the oxidization removable amount G of particles temporarily That is, when the amount M of eccrisis particles becomes less than the oxidization removable amount G of particles, it is made to maintain the amount M of eccrisis particles, and the temperature TF of a particulate filter 22 so that the laminating only of the particle of the amount below the fixed limit which can carry out oxidization removal may be carried out on a particulate filter 22.

[0063] The temperature TF of a particulate filter 22 is low immediately after engine starting, therefore its amount M of eccrisis particles increases more than the oxidization removable amount G of particles at this time. Therefore, considering actual operation, the direction of the 2nd operation gestalt is considered to suit actually. On the other hand, though the amount M of eccrisis particles and the temperature TF of a particulate filter 22 are controlled to be able to

perform the 1st operation gestalt or the 2nd operation gestalt, a particle may accumulate in the shape of a laminating on a particulate filter 22. In such a case, the particle deposited on the particulate filter 22 by making rich temporarily some exhaust gas or the whole air-fuel ratio can be oxidized, without emitting a luminous flame.

[0064] That is, combustion removal is carried out at a stretch, without the particle deposited by the active oxygen O which active oxygen O was emitted to oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent 61 shell exterior at a stretch, and was emitted to these breath emitting a luminous flame, if the air-fuel ratio of exhaust gas is made rich (i.e., if the oxygen density in exhaust gas is reduced). Or by emitting active oxygen, it deteriorates in that to which a particle tends to oxidize, and the oxidization removable amount per unit time increases. In this case, when a particle accumulates in the shape of a laminating on a particulate filter 22, the air-fuel ratio of exhaust gas may be made rich, and you may make the air-fuel ratio of exhaust gas rich periodically. As a method of making the air-fuel ratio of exhaust gas rich, an engine load can use the method of controlling the injection quantity so that the opening of a throttle valve 17 and the opening of the EGR control valve 25 are controlled so that an EGR rate (amount of EGR gas/ (the amount of inhalation air-content + EGR gas)) becomes 65% or more at the time of a low, and the average air-fuel ratio in a combustion chamber 5 becomes rich at this time comparatively, for example.

[0065] An example of an engine's operation-control routine is shown in drawing 6. It is distinguished [ which refers to drawing 6 ] whether it should not be rich and the average air-fuel ratio in a combustion chamber 5 should be first made rich in Step 100. When it is not necessary to make rich the average air-fuel ratio in a combustion chamber 5, in Step 101, the opening of a throttle valve 17 is controlled so that the amount M of eccrisis particles becomes less than the oxidization removable amount G of particles, the opening of the EGR control valve 25 is controlled in Step 102, and fuel oil consumption is controlled in Step 103.

[0066] On the other hand, when it is distinguished that the average air-fuel ratio in a combustion chamber 5 should be made rich in Step 100, in Step 104, the opening of a throttle valve 17 is controlled so that an EGR rate becomes 65% or more, the opening of the EGR control valve 25 is controlled in Step 105, and in Step 106, fuel oil consumption is controlled so that the average air-fuel ratio in a combustion chamber 5 becomes rich.

[0067] On the other hand, if the air-fuel ratio is maintained by RIN, the front face of Platinum Pt will be worn with oxygen, and the so-called oxygen poisoning of Platinum Pt will arise. If such oxygen poisoning arises, in order for the oxidation to NOx to fall, the absorption efficiency of NOx falls, and the active oxygen burst size from oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent 61 falls thus. However, since the oxidation to NOx will become strong if oxygen poisoning is canceled, therefore an air-fuel ratio is switched to rich shell RIN, since the oxygen on a platinum Pt front face will be consumed if an air-fuel ratio is made rich, the absorption efficiency of NOx becomes high, and the active oxygen burst size from oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent 61 increases thus.

[0068] Therefore, since oxygen poisoning of Platinum Pt will be canceled each time if an air-fuel ratio is occasionally switched temporarily richly from RIN when the air-fuel ratio is maintained by RIN, an active oxygen burst size in case an air-fuel ratio is RIN increases, and the oxidation of the particle on a particulate filter 22 can be promoted thus.

[0069] Moreover, Cerium Ce has the function ( $2\text{CeO}_2 \rightarrow \text{Ce}_2\text{O}_3$ ) which emits active oxygen, when an air-fuel ratio is RIN, oxygen is incorporated ( $\text{Ce}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{CeO}_2$ ) and an air-fuel ratio becomes rich. Therefore, since a lot of active oxygen will be emitted from oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent 61 if a particle oxidizes and an air-fuel ratio becomes rich by the active oxygen emitted from oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent 61 when Cerium Ce was used as oxygen occlusion and an active oxygen discharge agent 61, an air-fuel ratio was RIN and the particle adhered on the particulate filter 22, a particle oxidizes. Therefore, if an air-fuel ratio is occasionally switched temporarily richly from RIN when Cerium Ce is used as oxygen occlusion and an active oxygen discharge agent 61, oxidation reaction of the particle on a particulate filter 22 can be promoted. In addition, transition metals, such as tin, can also be used instead of Cerium Ce.

[0070] By the way, fuel and the lubricating oil contain Calcium calcium, therefore Calcium calcium is contained in exhaust gas. This calcium calcium is  $\text{SO}_3$ . When it exists, it is a calcium sulfate  $\text{CaSO}_4$ . It generates. This calcium sulfate  $\text{CaSO}_4$  It is a solid-state, and even if it becomes an elevated temperature, it does not pyrolyze. Therefore, calcium sulfate  $\text{CaSO}_4$  When generated, it is this calcium sulfate  $\text{CaSO}_4$ . The pore of a particulate filter 22 will be blockaded and, as a result, exhaust gas seldom comes to flow in the inside of a particulate filter 22. In this case,  $\text{SO}_3$  which will be diffused in oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent 61 if alkali metal with an ionization tendency higher than Calcium calcium or alkaline earth metal K, for example, a potassium, is used as oxygen occlusion and an active oxygen discharge agent 61 It combines with Potassium K and is potassium sulfate  $\text{K}_2\text{SO}_4$ . Forming, Calcium calcium is  $\text{SO}_3$ . Without joining together, the septum 54 of a particulate filter 22 is passed and it flows out in the exhaust air effluence-of-gas path 51. Therefore, it is lost that the pore of a particulate filter 22 carries out blinding. Therefore, it will be desirable to use alkali metal or alkaline earth metal K with an ionization tendency higher than Calcium calcium, i.e., a potassium, Lithium Li, Caesium Cs, Rubidium Rb, Barium Ba, and Strontium Sr as oxygen

occlusion and an active oxygen discharge agent 61, as mentioned above.

[0071] Moreover, this invention can be applied when only noble metals like Platinum Pt are supported on the layer of the support formed on the both-sides side of a particulate filter 22. However, the solid line which shows the oxidization removable amount G of particles in this case moves to right-hand side a little compared with the solid line shown in drawing 5. In this case, NO<sub>2</sub> held on the front face of Platinum Pt Or SO<sub>3</sub> Shell active oxygen is emitted. moreover -- as oxygen occlusion and an active oxygen discharge agent -- NO<sub>2</sub> Or SO<sub>3</sub> These-adsorbed NO<sub>2</sub> to which adsorption maintenance was carried out Or SO<sub>3</sub> from -- the catalyst which may emit active oxygen can also be used

[0072] Drawing 7 is the expanded sectional view of the septum 54 of the particulate filter shown in drawing 2 (B). They are the oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent with which the exhaust air gas passageway to which 66 has spread inside the septum 54, and 67 are supported by the base material of a particulate filter in drawing 7, and 261 is supported on the front face of the septum 54 of a particulate filter. As mentioned above, this oxygen occlusion and active oxygen discharge agent 261 have the function which oxidizes the particle by which the uptake was temporarily carried out on the front face of the septum 54 of a particulate filter. 161 is the oxygen occlusion and an active oxygen discharge agent currently supported inside the septum 54 of a particulate filter. This oxygen occlusion and active oxygen discharge agent 161 also have the same oxidization function as oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent 261, and can oxidize the particle by which the uptake was temporarily carried out to the interior of the septum 54 of a particulate filter.

[0073] Drawing 8 is the enlarged view of the particulate filter 22 shown in drawing 1. In detail, drawing 8 (A) is the expansion plan of a particulate filter, and drawing 8 (B) is the expansion side elevation of a particulate filter. Drawing 9 is drawing having shown the relation between the change position of an exhaust air change bulb, and the flow of exhaust gas. In detail, drawing in case drawing in case drawing 9 (A) has the exhaust air change bulb 73 in a forward-feed position, and drawing 9 (B) have the exhaust air change bulb 73 in an adverse current position, and drawing 9 (C) are drawings in case the exhaust air change bulb 73 is in a bypass position. When the exhaust air change bulb 73 is in a forward-feed position, as shown in drawing 9 (A), the exhaust gas which passed the exhaust air change bulb 73 and flowed in casing 23 passes through the first path 71 first, subsequently passes a particulate filter 22, finally passes through the second path 72, passes the exhaust air change bulb 73 again, and is returned to an exhaust pipe. When the exhaust air change bulb 73 is in an adverse current position, as it is shown in drawing 9 (B), it passes through the second path 72 first, and passes to a retrose with the case where a particulate filter 22 is shown subsequently to drawing 9 (A), and finally the exhaust gas which passed the exhaust air change bulb 73 and flowed in casing 23 passes through the first path 71, passes the exhaust air change bulb 73 again, and is returned to an exhaust pipe. Since the pressure in the first path 71 and the pressure in the second path 72 become equal as shown in drawing 9 (C) when the exhaust air change bulb 73 is in a bypass position, the exhaust gas which reached the exhaust air change bulb 73 passes the exhaust air change bulb 73 as it is, without flowing in casing 23.

[0074] Drawing 10 is drawing having shown signs that the particle inside the septum 54 of a particulate filter moved according to the position of the exhaust air change bulb 73 being switched. In detail, the expanded sectional view of the septum 54 of a particulate filter in case drawing 10 (A) has the exhaust air change bulb 73 in a forward-feed position (refer to drawing 9 (A)), and drawing 10 (B) are the expanded sectional views of the septum 54 of a particulate filter when the exhaust air change bulb 73 is switched to an adverse current position (refer to drawing 9 (B)) from a forward-feed position. As shown in drawing 10 (A), while the exhaust air change bulb 73 is arranged in a forward-feed position and exhaust gas is flowing from the bottom to the down side, the particle 162 which exists in the exhaust air gas passageway 66 inside a septum was forced on the oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent 161 inside a septum by the flow of exhaust gas, and is deposited on it by it. Therefore, the particle 162 which does not touch oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent 161 directly has not received sufficient oxidation. Next, as shown in drawing 10 (B), when the exhaust air change bulb 73 is switched to an adverse current position from a forward-feed position and exhaust gas flows from the bottom to the up side, the particle 162 which exists in the exhaust air gas passageway 66 inside a septum is made to move by the flow of exhaust gas. Consequently, the particle 162 which had not fully received the oxidation is made to contact oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent 161 directly, and comes to receive sufficient oxidation. Moreover, a part of particle deposited on the oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent 261 on the front face of a septum of a particulate filter when the exhaust air change bulb 73 was arranged in the forward-feed position (refer to drawing 10 (A)) is desorbed from on the oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent 261 on the front face of a septum of a particulate filter by switching the exhaust air change bulb 73 to an adverse current position from a forward-feed position (refer to drawing 10 (B)).

[0075] With this operation gestalt, a switch in the forward-feed position shown in drawing 9 (B) from the forward-feed position of the exhaust-air change bulb 73 shown in drawing 9 (A) and a switch in the forward-feed position shown in

drawing 9 (A) from the adverse current position shown in drawing 9 (B) are performed by [ as making the upper surface and the inferior surface of tongue (refer to drawing 7 ) of a septum 54 of a particulate filter 22 distribute the particle by which a uptake is carried out to the septum 54 of a particulate filter 22 ]. Possibility of depositing without carrying out oxidation removal of the particle by which the uptake was carried out to the septum 54 of a particulate filter 22 is made to decrease by switching the exhaust air change bulb 73 such. Suitably, the particle by which a uptake is carried out to the septum 54 of a particulate filter 22 is distributed almost to the same extent by the upper surface and the inferior surface of tongue of a septum 54 of a particulate filter 22.

[0076] Drawing 11 is drawing having shown signs that the particle 62 desorbed from on the oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent 261 on the front face of a septum of a particulate filter at the time of the change of the exhaust air change bulb 73 was caught with the particle prehension filter 80. In detail, drawing 11 (A) is a time of the exhaust air change bulb 73 being arranged in the forward-feed position, and is drawing corresponding to drawing 10 (A), and drawing 11 (B) is a time of the exhaust air change bulb 73 being switched to an adverse current position from a forward-feed position, and is drawing corresponding to drawing 10 (B). A part of particle 62 deposited on the oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent on the front face of a septum of a particulate filter when the exhaust air change bulb 73 is switched to an adverse current position from a forward-feed position, it is desorbed from on the oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent on the front face of a septum of a particulate filter. the particle 62 from which it was desorbed It is caught with the particle prehension filter 80 arranged at the downstream of the exhaust gas flow of a particulate filter 22.

[0077] Drawing 12 expresses change of the output torque when changing air-fuel ratio A/F (horizontal axis of drawing 12 ) and the smoke, and the example of an experiment that shows change of the discharge of HC, CO, and NOx by changing the opening and the EGR rate of a throttle valve 17 at the time of engine low load operation. An EGR rate becomes large, so that drawing 12 may show, and air-fuel ratio A/F becomes small in this example of an experiment, and at the time of below theoretical air fuel ratio (\*\*14.6), the EGR rate has become 65% or more. As shown in drawing 12 , when air-fuel ratio A/F was made small by increasing an EGR rate, an EGR rate becomes the neighborhood 40% and air-fuel ratio A/F becomes about 30, the yield of a smoke starts increase. Subsequently, if an EGR rate is raised further and air-fuel ratio A/F is made small, the yield of a smoke will increase rapidly and will reach a peak. Subsequently, a smoke will be set to about 0 if a smoke will fall rapidly shortly, an EGR rate will be made into 65% or more, if an EGR rate is raised further and air-fuel ratio A/F is made small, and air-fuel ratio A/F becomes the 15.0 neighborhoods. Soot stops namely, almost generating. At this time, power torque falls a little and the yield of NOx becomes quite low. On the other hand, the yield of HC and CO begins to increase at this time.

[0078] Air-fuel ratio A/F shows the combustion-pressure change in the combustion chamber 5 when there are most yields of a smoke in the 21 neighborhoods, and, as for drawing 13 (A), air-fuel ratio A/F shows change of the combustion pressure in the combustion chamber 5 in case the yield of a smoke is about 0 in the 18 neighborhoods, as for drawing 13 (B). When it is shown in drawing 13 (B) whose yield of a smoke is about 0 so that it may understand, if drawing 13 (A) is compared with drawing 13 (B), compared with the case where it is shown in drawing 13 (A) with many yields of a smoke, it turns out that a combustion pressure is low.

[0079] The following thing can be said from the experimental result shown in drawing 12 and drawing 13 . That is, first, when air-fuel ratio A/F is about 0 or less in 15.0, as the yield of a smoke is shown at drawing 12 , the yield of NOx carries out a remarkable fall the 1st. It can be said for the combustion temperature in a combustion chamber 5 to be low that the yield of NOx fell, when it means that the combustion temperature in a combustion chamber 5 is falling, therefore soot is hardly generated. The same thing can say also from drawing 13 . That is, in the state which shows in drawing 13 (B) which soot has hardly generated, the combustion pressure is low, therefore the combustion temperature in a combustion chamber 5 will be low at this time.

[0080] If the yield of a smoke, i.e., the yield of soot, is set [ 2nd ] to about 0, as shown in drawing 12 , the discharge of HC and CO will increase. It means that this is discharged without a hydrocarbon growing even to soot. That is, it will pyrolyze, if the temperature rise of a straight chain hydrocarbon and an aromatic hydrocarbon as shown in drawing 14 contained in fuel is carried out in the state of oxygen deficiency, and the precursor of soot is formed, and the soot which consists of a solid-state with which carbon atoms subsequently mainly gathered is generated. In this case, although the generation process of actual soot is complicated and it is not clear what gestalt the precursor of soot takes, a hydrocarbon as shown anyway in drawing 14 will grow even to soot through the precursor of soot. Therefore, although the discharge of HC and CO will increase as shown in drawing 12 if the yield of soot is set to about 0 as mentioned above, HC at this time is the precursor of soot, or the hydrocarbon of the state in front of it.

[0081] When these considerations based on the experimental result shown in drawing 12 and drawing 13 are summarized, the yield of soot is set to about 0 by the combustion temperature in a combustion chamber 5 at the time of

a low, and the precursor of soot or the hydrocarbon of the state in front of it will be discharged from a combustion chamber 5 at this time. As a result of repeating experiment research still in detail about this, it became clear that soot is generated, when the fuel in a combustion chamber 5 and the gas temperature of the circumference were below a certain temperature, the growth process of soot stopped on the way, soot was not generated at all but the fuel in a combustion chamber 5 and the temperature of the circumference became more than a certain temperature.

[0082] By the way, although it cannot say what times fuel in case the generation process of a hydrocarbon stops in the state of the precursor of soot and the temperature of the circumference, i.e., a certain above-mentioned temperature, are since it changes with various factors, such as a kind of fuel, and a compression ratio of an air-fuel ratio, this temperature of a certain has the yield of NOx, and the close relation, therefore this temperature of a certain can perform a certain thing [ carrying out a grade convention ] from the yield which is NOx. That is, the fuel at the time of combustion and the gas temperature of the circumference fall, and the yield of NOx falls, so that an EGR rate increases. At this time, the yield of NOx is 10p.p.m. When it becomes less than [ order or it ], soot stops almost generating. Therefore, for a certain above-mentioned temperature, the yield of NOx is 10p.p.m. It is mostly in agreement with the temperature when becoming less than [ order or it ].

[0083] Once, if soot is generated, by the after treatment using the catalyst which has an oxidization function, can have this soot and it cannot be purified. On the other hand, it can have the precursor of soot, or the hydrocarbon of the state in front of it by the after treatment using the catalyst which has an oxidization function, and it can be purified easily. Thus, considering the after treatment by the catalyst which has an oxidization function, there is a very big difference about whether a hydrocarbon is made to discharge from a combustion chamber 5 in the precursor of soot, or the state in front of it, or it is made to discharge from a combustion chamber 5 in the form of soot. It is using as the nucleus for the new combustion system adopted in this invention to have a hydrocarbon in the form of the precursor of soot, or the state in front of it, to make it discharge from a combustion chamber 5, and to make this hydrocarbon oxidize according to the catalyst which has an oxidization function, without making soot generate in a combustion chamber 5.

[0084] Now, it is necessary to suppress the fuel at the time of the combustion in a combustion chamber 5 in stopping growth of a hydrocarbon in the state before soot is generated, and the gas temperature of the circumference to low temperature rather than the temperature by which soot is generated. In this case, it has become clear that an endothermic operation of the gas of the circumference of the fuel at the time of fuel burning influences very greatly to suppress the gas temperature of fuel and its circumference. That is, the fuel which evaporated when only air existed in the circumference of fuel reacts with the oxygen in air immediately, and burns. In this case, the temperature of the air which is separated from fuel does not rise so much, but only the temperature of the circumference of fuel becomes local very high. That is, at this time, the air which is separated from fuel hardly performs an endothermic operation of the heat of combustion of fuel. In this case, since combustion temperature becomes local very high, the unburnt hydrocarbon which received this heat of combustion will generate soot.

[0085] On the other hand, when fuel exists in a lot of inert gas and the mixed gas of little air, situations differ a little. In this case, evaporation fuel will react with the oxygen which is spread around and intermingled in inert gas, and will burn. In this case, since heat of combustion is absorbed by surrounding inert gas, combustion temperature will not rise so much. That is, combustion temperature can be stopped low. That is, in suppressing combustion temperature, the role with important existence of inert gas is played, and combustion temperature can be low stopped by endothermic operation of inert gas.

[0086] In this case, the amount only of inert gas which may absorb sufficient heating value to do so the gas temperature of fuel and its circumference to suppress to low temperature rather than the temperature by which soot is generated is needed. Therefore, the amount of inert gas which is needed if fuel quantity increases will increase in connection with it. In addition, in this case, endothermic acting becomes powerful, so that the specific heat of inert gas is large, therefore the big gas of inert gas of the specific heat will be desirable. This point and CO2 It can be said that it is desirable to use EGR gas as inert gas since the specific heat is comparatively large as for EGR gas.

[0087] Drawing 15 shows the relation between the EGR rate when changing the cooling degree of EGR gas, and a smoke, using EGR gas as inert gas. That is, in drawing 15, the case where Curve A cooled EGR gas powerfully and EGR-gas \*\* is maintained at about 90 degrees C is shown, Curve B shows the case where EGR gas is cooled with a small cooling system, and Curve C shows the case where EGR gas is not cooled compulsorily. If the yield of soot serves as a peak from 50% in a low and time for a while and an EGR rate makes an EGR rate about 55% or more in this case when EGR gas is cooled powerfully, as shown by the curve A of drawing 15, soot will hardly be generated. If the yield of soot serves as a peak in the place where an EGR rate is somewhat higher than 50% and an EGR rate is made about 65% or more in this case on the other hand when a little EGR gas is cooled, as shown by the curve B of drawing 15, soot will hardly be generated. Moreover, if the yield of soot serves as a peak in the neighborhood whose EGR rate is 55% and an EGR rate is made about 70% or more in this case when EGR gas is not cooled compulsorily,

as shown by the curve C of drawing 15, soot will hardly be generated. In addition, the yield of a smoke when the engine load of drawing 15 is comparatively high is shown, if an engine load becomes small, the EGR rate from which the yield of soot serves as a peak will fall a little, and the minimum of the EGR rate which soot stops almost generating will also fall a little. Thus, the minimum of the EGR rate which soot stops almost generating changes according to the cooling degree and engine load of EGR gas.

[0088] Drawing 16 shows the amount of mixed gas of EGR gas and air required when EGR gas is used as inert gas, in order to make fuel at the time of combustion, and gas temperature of the circumference into low temperature rather than the temperature by which soot is generated, the rate of the air in this amount of mixed gas, and the rate of the EGR gas in this mixed gas. In addition, in drawing 16, the vertical axis shows the total amount of inspired gas inhaled in a combustion chamber 5, and the chain line Y shows the total amount of inspired gas which can be inhaled in a combustion chamber 5, when supercharge is not performed. Moreover, the horizontal axis shows the demand load.

[0089] If drawing 16 is referred to, the rate of air, i.e., the air content in mixed gas, shows the air content required for making the injected fuel burn completely. That is, in the case where it is shown in drawing 16, the ratio of an air content and injection fuel quantity is theoretical air fuel ratio. On the other hand, when the rate of EGR gas of EGR gas, i.e., the amount in mixed gas, is made to burn to injection fuel in drawing 16, the necessary minimum amount of EGR gas is shown in making gas temperature of fuel and its circumference into low temperature rather than the temperature in which soot is formed. This amount of EGR gas is about 55% or more, when expressed with an EGR rate, and it is 70% or more with the operation gestalt shown in drawing 16. When the total amount of inspired gas inhaled in the combustion chamber 5 is made into a solid line X in drawing 16 and it is made a rate as shows the rate of the air content of this total amount X of inspired gas, and the amount of EGR gas to drawing 16, the gas temperature of fuel and its circumference turns into low temperature from the temperature by which soot is generated, and soot stops namely, generating it at all thus. Moreover, the NOx yield at this time is 10p.p.m. It is less than [ it ] approximately, therefore the yield of NOx becomes very little.

[0090] Since the calorific value at the time of fuel burning will increase if fuel oil consumption increases, in order to maintain the gas temperature of fuel and its circumference to low temperature rather than the temperature by which soot is generated, you have to increase the absorbed dose of the heat by EGR gas. Therefore, you have to make the amount of EGR gas increase, as shown in drawing 16 as injection fuel quantity increases. That is, the amount of EGR gas needs to increase as a demand load becomes high. By the way, for the upper limit of the total amount X of inspired gas inhaled in a combustion chamber 5 when supercharge is not performed, it is Y, therefore it sets to drawing 16, and a demand load is Lo. In a large field, unless a EGR-gas rate is reduced as a demand load becomes large, an air-fuel ratio is unmaintainable to theoretical air fuel ratio. A demand load is Lo, when supercharge is not performed, if it says and changes. An EGR rate falls as a demand load becomes high, when it is going to maintain an air-fuel ratio to theoretical air fuel ratio in a large field, and it becomes impossible to maintain the gas temperature of fuel and its circumference to low temperature thus rather than the temperature by which soot is generated in the field where a demand load is larger than Lo.

[0091] However, a demand load is Lo, if EGR gas is made to recycle through an EGR path in the entrance side of a supercharger, i.e., the air suction pipe of an exhaust air turbocharger, although not illustrated. In a large field, an EGR rate can be maintained to 55% or more, for example, 70%, and the gas temperature of fuel and its circumference can be thus maintained to low temperature rather than the temperature by which soot is generated. That is, if EGR gas is made to recycle so that the EGR rate in an air suction pipe may become 70%, the EGR rate of the inspired gas by which the pressure up was carried out by the compressor of an exhaust air turbocharger also becomes 70%, and the gas temperature of fuel and its circumference can be maintained to low temperature rather than the temperature by which soot is generated to the limit which can carry out a pressure up by the compressor thus. Therefore, the operating range of the engine which can produce low-temperature combustion can be expanded. A demand load is Lo. In case an EGR rate is made 55% or more in a large field, the throttle valve an EGR control valve is made to open fully is made to close the valve a little.

[0092] Even if it makes an air content fewer than the air content shown in drawing 16 although the case where drawing 16 burns fuel under theoretical air fuel ratio is shown as mentioned above That is, it is 10p.p.m about the yield of NOx, preventing generating of soot, even if it makes an air-fuel ratio rich. Even if it can make it less than [ order or it ] and makes [ more ] an air content than the air content shown in drawing 16 That is, it is 10p.p.m about the yield of NOx, preventing generating of soot, even if it makes the average of an air-fuel ratio into RIN of 17 to 18. It can be made less than [ order or it ]. That is, if an air-fuel ratio is made rich, although fuel will become superfluous, since combustion temperature is suppressed by low temperature, superfluous fuel does not grow even to soot and soot is not generated thus. Moreover, NOx does not carry out little deer generating extremely at this time, either. If combustion temperature becomes high when an average air-fuel ratio is RIN, or even when an air-fuel ratio is theoretical air fuel ratio, although

little soot will be generated on the other hand, since combustion temperature is suppressed by low temperature, by this invention, soot is not generated at all. Furthermore, NOx does not carry out little deer generating extremely, either. Thus, if irrespective of an air-fuel ratio, i.e., an air-fuel ratio, will probably be rich when low-temperature combustion is performed and it will be theoretical air fuel ratio, or if an average air-fuel ratio is RIN, soot will not be generated but the yield of NOx will become very little. Therefore, considering improvement in specific fuel consumption, it can be said that it is desirable to make an average air-fuel ratio into RIN at this time.

[0093] By the way, it is restricted at the time of low load operation with comparatively little calorific value by combustion in an engine that the fuel at the time of the combustion in a combustion chamber and the gas temperature of the circumference can be suppressed below to the temperature which growth of a hydrocarbon stops on the way. Therefore, with the operation gestalt by this invention, at the time of low load operation in an engine, the fuel at the time of combustion and the gas temperature of the circumference are suppressed below to the temperature which growth of a hydrocarbon stops on the way, and it is made to perform 1st combustion, i.e., low-temperature combustion, and is made to perform 2nd combustion, i.e., the combustion currently performed more ordinarily than before, at the time of engine heavy load operation. In addition, rather than the amount of inert gas from which the yield of soot serves as a peak so that clearly from explanation of the former [ combustion ] in here, the thing of the combustion which there are many amounts of inert gas of a combustion chamber, and soot hardly generates is said, and the combustion to which it is carried out more ordinarily than the 2nd combustion, i.e., the former, says the thing of combustion with few amounts of inert gas of a combustion chamber than the amount of inert gas from which the yield of soot serves as a peak

[0094] drawing 17 -- the -- one -- combustion -- namely, -- low temperature -- combustion -- carrying out -- having -- the -- one -- a operating range -- I -- ' -- the -- two -- combustion -- namely, -- the former -- a combustion method -- depending -- combustion -- carrying out -- having -- the -- two -- a operating range -- II -- ' -- being shown -- \*\*\*. In addition, in drawing 17 , the vertical axis L shows, the amount of trodding, i.e., the demand load, of an accelerator pedal 40, and the horizontal axis N shows the engine rotational frequency. Moreover, in drawing 17 , X (N) shows the 1st boundary of 1st operating-range I' and 2nd operating-range II', and Y (N) shows the 2nd boundary of 1st operating-range I' and 2nd operating-range II'. A change judgment of a operating range from the 1st operating-range I' to 2nd operating-range II' is made based on the 1st boundary X (N), and a change judgment of a operating range from the 2nd operating-range II' to 1st operating-range I' is made based on the 2nd boundary Y (N). That is, if the demand load L crosses the 1st boundary X (N) which is the function of the engine rotational frequency N when an engine's operational status is in 1st operating-range I' and low-temperature combustion is performed, it will be judged that a operating range moved to 2nd operating-range II', and combustion by the conventional combustion method is performed. Subsequently, if the demand load L becomes lower than the 2nd boundary Y (N) which is the function of the engine rotational frequency N, it will be judged that a operating range moved to 1st operating-range I', and low-temperature combustion will be performed again.

[0095] Thus, having prepared two boundaries with the 2nd boundary [ by the side of a low load ] Y (N) from the 1st boundary X (N) and the 1st boundary X (N) is based on the following two reasons. The 1st reason is that it cannot perform low-temperature combustion immediately in the heavy load side of 2nd operating-range II' though combustion temperature is comparatively high and the demand load L becomes lower than the 1st boundary X (N) at this time. That is, it is because low-temperature combustion will not be immediately started if it is not a time of becoming lower than boundary [ of \*\* a 2nd ] Y (N), when the demand load L becomes quite low namely. the 2nd reason -- 1st operating-range I' and the 2nd operating-range II' -- it is for establishing a hysteresis to change of the operating range of a between

[0096] By the way, when an engine's operating range is in 1st operating-range I' and low-temperature combustion is performed, soot is hardly generated, but unburnt hydrocarbon instead has it in the form of the precursor of soot, or the state in front of it, and it is discharged from a combustion chamber 5. The unburnt hydrocarbon discharged from the combustion chamber 5 at this time is made to oxidize good by the catalyst (not shown) which has an oxidization function. As this catalyst, an oxidation catalyst, a three way component catalyst, or a NOx absorbent can be used. A NOx absorbent has the function which emits NOx, when the average air-fuel ratio in a combustion chamber 5 is RIN, NOx is absorbed and the average air-fuel ratio in a combustion chamber 5 becomes rich. This NOx absorbent makes an alumina support and at least one chosen from an alkaline earth like Potassium K, Sodium Na, Lithium Li, alkali metal like Caesium Cs, Barium Ba, and Calcium calcium, Lanthanum La, and rare earth like Yttrium Y and noble metals like Platinum Pt are supported on this support. An oxidation catalyst can be used as a catalyst which mentioned above the three way component catalyst and the NOx absorbent as the three way component catalyst and the NOx absorbent also had the oxidization function, therefore having been mentioned above from the first.

[0097] Drawing 18 shows the output of an air-fuel ratio sensor (not shown). As shown in drawing 18 , the output

current  $I$  of an air-fuel ratio sensor changes according to air-fuel ratio A/F. Therefore, an air-fuel ratio can be known from the output current  $I$  of an air-fuel ratio sensor.

[0098] Next, the operation control in the 1st operating-range  $I'$  and 2nd operating-range  $II'$  is explained roughly, referring to drawing 19. Drawing 19 shows the opening of the throttle valve 17 to the demand load  $L$ , the opening of the EGR control valve 25, an EGR rate, an air-fuel ratio, fuel injection timing, and the injection quantity. The opening of a throttle valve 17 is made to increase gradually in 1st operating-range [ of a low ]  $I'$  of the demand load  $L$  from [ near the close by-pass bulb completely ] to about 2/3 opening, as shown in drawing 19 as the demand load  $L$  becomes high, and the opening of the EGR control valve 25 is made to increase gradually from [ near the close by-pass bulb completely ] to full open as the demand load  $L$  becomes high. moreover, in the example shown in drawing 19, an EGR rate may be about 70% in the 1st operating-range  $I'$  -- having -- \*\*\*\* -- an air-fuel ratio -- only -- foolish \*\* -- it considers as the RIN RIN air-fuel ratio

[0099] if it puts in another way -- the 1st operating-range  $I'$  -- an EGR rate -- about 70% -- becoming -- an air-fuel ratio -- only -- foolish \*\* -- the opening of a throttle valve 17 and the opening of the EGR control valve 25 are controlled to become a RIN RIN air-fuel ratio Moreover, in the 1st operating-range  $I'$ , fuel injection is performed in front of the compression top dead center TDC. In this case, injection start stage  $\theta_{S}$  becomes late as the demand load  $L$  becomes high, and injection start stage  $\theta_{S}$  becomes late as completion stage of injection  $\theta_{E}$  also becomes late. In addition, at the time of idle operation, a throttle valve 17 is closed to near the close by-pass bulb completely, and it is made to also close the EGR control valve 25 to near the close by-pass bulb completely at this time. Since the pressure in the first combustion chamber 5 of compression will become low if a throttle valve 17 is closed to near the close by-pass bulb completely, a compression pressure becomes small. Since a work of compression with a piston 4 will become small if a compression pressure becomes small, vibration of the engine main part 1 becomes small. That is, in order to suppress vibration of the engine main part 1 at the time of idle operation, a throttle valve 17 is made to close the valve to near the close by-pass bulb completely.

[0100] On the other hand, when an engine's operating range changes to 2nd operating-range  $II'$  from the 1st operating-range  $I'$ , the opening of a throttle valve 20 is made to increase in the shape of a step in the full open direction from about 2/3 opening. In the example shown in drawing 19 at this time, an EGR rate is made to decrease in the shape of a step from about 70% to 40 or less %, and an air-fuel ratio is enlarged the shape of a step. That is, since an EGR rate jumps over the EGR rate range ( drawing 15 ) which generates a lot of smokes, when an engine's operating range changes to 2nd operating-range  $II'$  from the 1st operating-range  $I'$ , a lot of smokes do not occur. Combustion currently performed from the former is performed in the 2nd operating-range  $II'$ . In this 2nd operating-range  $II'$ , a throttle valve 17 is held except for a part at a full open state, and opening of the EGR control valve 25 will be gradually made small, if the demand load  $L$  becomes high. Moreover, in this operating-range  $II'$ , an EGR rate becomes so low that the demand load  $L$  becomes high, and an air-fuel ratio becomes so small that the demand load  $L$  becomes high. However, even if the demand load  $L$  becomes high, let an air-fuel ratio be a RIN air-fuel ratio. Moreover, let injection start stage  $\theta_{S}$  be near compression top dead center TDC in the 2nd operating-range  $II'$ .

[0101] Drawing 20 (A) shows target air-fuel ratio A/F in 1st operating-range  $I'$ . In drawing 20 (A), each curve shown by A/F=15.5, A/F=16, A/F=17, and A/F=18 shows the time of target air-fuel ratios being 15.5, and 16, 17 and 18, respectively, and the air-fuel ratio between each curve is defined by proportional distribution. As shown in drawing 20 (A), in the 1st operating-range  $I'$ , the air-fuel ratio serves as RIN, and further, by the 1st operating-range  $I'$ , target air-fuel ratio A/F is made into RIN, so that the demand load  $L$  becomes low. That is, the calorific value by combustion decreases, so that the demand load  $L$  becomes low. Therefore, even if it reduces an EGR rate so that the demand load  $L$  becomes low, low-temperature combustion can be performed. Target air-fuel ratio A/F is enlarged as an air-fuel ratio becomes large, therefore it is shown in drawing 20 (A) and the demand load  $L$  will become low, if an EGR rate is reduced. In order for specific fuel consumption to improve, so that target air-fuel ratio A/F becomes large, therefore to make an air-fuel ratio into RIN as much as possible, with the operation gestalt by this invention, target air-fuel ratio A/F is enlarged as the demand load  $L$  becomes low.

[0102] In addition, target air-fuel ratio A/F shown in drawing 20 (A) is beforehand memorized in ROM32 in the form of a map as a function of the demand load  $L$  and the engine rotational frequency  $N$ , as shown in drawing 20 (B). Moreover, as the target opening ST of the throttle valve 17 required to consider as target air-fuel ratio A/F which shows an air-fuel ratio to drawing 20 (A) is shown in drawing 21 (A), it memorizes in ROM32 beforehand in the form of a map as a function of the demand load  $L$  and the engine rotational frequency  $N$ . As the target opening SE of the EGR control valve 25 required to consider as target air-fuel ratio A/F which shows an air-fuel ratio to drawing 20 (A) is shown in drawing 21 (B), it memorizes in ROM32 beforehand in the form of a map as a function of the demand load  $L$  and the engine rotational frequency  $N$ .

[0103] Drawing 22 (A) shows target air-fuel ratio A/F in case 2nd combustion, i.e., the ordinary combustion by the

conventional combustion method, is performed. In addition, each curve shown by A/F=24, A/F=35, A/F=45, and A/F=60 in drawing 22 (A) shows the target air-fuel ratios 24, 35, 45, and 60, respectively. Target air-fuel ratio A/F shown in drawing 22 (A) is beforehand memorized in ROM32 in the form of a map as a function of the demand load L and the engine rotational frequency N, as shown in drawing 22 (B). Moreover, as the target opening ST of the throttle valve 17 required to consider as target air-fuel ratio A/F which shows an air-fuel ratio to drawing 22 (A) is shown in drawing 23 (A), it memorizes in ROM32 beforehand in the form of a map as a function of the demand load L and the engine rotational frequency N. As the target opening SE of the EGR control valve 25 required to consider as target air-fuel ratio A/F which shows an air-fuel ratio to drawing 22 (A) is shown in drawing 23 (B), it memorizes in ROM32 beforehand in the form of a map as a function of the demand load L and the engine rotational frequency N.

[0104] Moreover, when 2nd combustion is performed, fuel oil consumption Q is computed based on the demand load L and the engine rotational frequency N. This fuel oil consumption Q is beforehand memorized in ROM32 in the form of a map as a function of the demand load L and the engine rotational frequency N, as shown in drawing 24.

[0105] Next, the operation control of this operation form is explained, referring to drawing 25. Reference of drawing 25 distinguishes whether the flag I which shows first that an engine's operational status is the 1st operating-range I' in Step 1100 is set. When Flag I is set (i.e., when an engine's operational status is the 1st operating-range I'), it is distinguished whether it progressed to Step 1101 and the demand load L became larger than the 1st boundary X (N). It progresses to Step 1103 at the time of  $L \leq X$  (N), and low-temperature combustion is performed. On the other hand, when having become  $L > X$  (N) in Step 1101 is distinguished, it progresses to Step 1102, and Flag I is reset, subsequently to Step 1109 it progresses, and 2nd combustion is performed.

[0106] In Step 1100, when the flag I which shows that an engine's operational status is the 1st operating-range I' was not set and it is distinguished (i.e., when an engine's operational status is the 2nd operating-range II'), it is distinguished whether it progressed to Step 1108 and the demand load L became low from the 2nd boundary Y (N). It progresses to Step 1110 at the time of  $L \geq Y$  (N), and 2nd combustion is performed under a RIN air-fuel ratio. On the other hand, when having become  $L < Y$  (N) in Step 1108 is distinguished, it progresses to Step 1109, and Flag I is set, subsequently to Step 1103 it progresses, and low-temperature combustion is performed.

[0107] At Step 1103, the target opening ST of a throttle valve 17 is computed from the map shown in drawing 21 (A), and let opening of a throttle valve 17 be this target opening ST. Subsequently, at Step 1104, the target opening SE of the EGR control valve 25 is computed from the map shown in drawing 21 (B), and let opening of the EGR control valve 25 be this target opening SE. Subsequently, at Step 1105, the mass flow rate (an inhalation air content is only called hereafter) Ga of the inhalation air detected by the mass flow rate detector (not shown) is incorporated, and, subsequently to drawing 20 (B), target air-fuel ratio A/F is computed from the shown map by Step 1106. Subsequently, at Step 1107, the fuel oil consumption Q required to make an air-fuel ratio into target air-fuel ratio A/F based on the inhalation air content Ga and target air-fuel ratio A/F is computed.

[0108] When low-temperature combustion is performed for having mentioned above and the demand load L or the engine rotational frequency N changes, the opening of a throttle valve 17 and the opening of the EGR control valve 25 are immediately made in agreement by the target opening ST and SE according to the demand load L and the engine rotational frequency N. When it follows, for example, the demand load L is made to increase, the air content in a combustion chamber 5 is made to increase immediately, and an engine's generating torque is made to increase immediately thus. On the other hand, if the opening of a throttle valve 17 or the opening of the EGR control valve 25 changes and an inhalation air content changes, change of this inhalation air content Ga will be detected by the mass flow rate detector, and fuel oil consumption Q will be controlled based on this detected inhalation air content Ga. That is, after the inhalation air content Ga actually changes, fuel oil consumption Q is made to change.

[0109] At Step 1110, the target fuel oil consumption Q is computed from the map shown in drawing 24, and let fuel oil consumption be this target fuel oil consumption Q. Subsequently, at Step 1111, the target opening ST of a throttle valve 17 is computed from the map shown in drawing 23 (A). Subsequently, at Step 1112, the target opening SE of the EGR control valve 25 is computed from the map shown in drawing 23 (B), and let opening of the EGR control valve 25 be this target opening SE. Subsequently, at Step 1113, the inhalation air content Ga detected by the mass flow rate detector is incorporated. Subsequently, air-fuel ratio R actual from fuel oil consumption Q and the inhalation air content Ga at Step 1114 (A/F) It is computed. Subsequently, at Step 1115, target air-fuel ratio A/F is computed from the map shown in drawing 22 (B). Subsequently, air-fuel ratio R actual at Step 1116 (A/F) It is distinguished whether it is larger than target air-fuel ratio A/F. (A/F) It progresses to Step 1117 at the time of  $R > A/F$ , and only constant value alpha is made to decrease to correction value deltaST of throttle opening, and, subsequently it progresses to Step 1119. On the other hand, (A/F) it progresses to Step 1118 at the time of  $R \leq A/F$ , and only constant value alpha is made to increase to correction value deltaST, and, subsequently to Step 1119, it progresses. At Step 1119, by adding correction value deltaST to the target opening ST of a throttle valve 17, the final target opening ST is computed and let opening of

a throttle valve 17 be this final target opening ST. Namely, actual air-fuel ratio R (A/F) The opening of a throttle valve 17 is controlled to become target air-fuel ratio A/F.

[0110] Thus, when 2nd combustion is performed and the demand load L or the engine rotational frequency N changes, fuel oil consumption is immediately made in agreement by the target fuel oil consumption Q according to the demand load L and the engine rotational frequency N. For example, when the demand load L is made to increase, fuel oil consumption is made to increase immediately and an engine's generating torque is made to increase immediately thus. On the other hand, if fuel oil consumption Q is made to increase and an air-fuel ratio shifts from target air-fuel ratio A/F, the opening of a throttle valve 20 will be controlled so that an air-fuel ratio serves as target air-fuel ratio A/F. That is, after fuel oil consumption Q changes, an air-fuel ratio is made to change.

[0111] When low-temperature combustion is performed, open loop control of the fuel oil consumption Q is carried out, and when 2nd combustion is performed, an air-fuel ratio is controlled by the operation gestalt described until now by changing the opening of a throttle valve 20. However, when feedback control of the fuel oil consumption Q can also be carried out based on the output signal of the air-fuel ratio sensor 27 when low-temperature combustion is performed, and 2nd combustion is performed, an air-fuel ratio can also be controlled by changing the opening of the EGR control valve 31.

[0112] With this operation gestalt, at the time of the forward-feed mode shown in drawing 9 (A), drawing 10 (A), and drawing 11 (A) Combustion with few amounts of the EGR gas supplied in a combustion chamber 5 than the amount of the EGR gas as inert gas which was mentioned above and from which combustion, i.e., the yield of soot, serves as a peak is usually performed. The low-temperature combustion mentioned above at the time of the adverse current mode shown in drawing 9 (B), drawing 10 (B), and drawing 11 (B), i.e., the combustion which there are more amounts of the EGR gas supplied in a combustion chamber 5 than the amount of the EGR gas as inert gas from which the yield of soot serves as a peak, and soot hardly generates, is performed.

[0113] With this operation gestalt, furthermore, the amount of eccrisis particles discharged by per unit time from a combustion chamber 5 It usually becomes less than the oxidization removable amount of particles in which oxidization removal is possible, without emitting a luminous flame on a particulate filter 22 per unit time. That is, it is usually located in the field I of drawing 5. So that only the particle of the amount below the fixed limit which can carry out oxidization removal when the amount of eccrisis particles becomes less than the oxidization removable amount of particles after that, though the amount of eccrisis particles increased more than the oxidization removable amount of particles temporarily may be deposited on a particulate filter 22 The service condition of an internal combustion engine is controlled that the amount of eccrisis particles and the temperature of a particulate filter 22 should be maintained.

[0114] The oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent 261 as an oxidizer which emits the active oxygen for oxidizing the particle by which the uptake was temporarily carried out to the septum 54 of a particulate filter 22 as shown in drawing 7 according to this operation gestalt are supported by the septum 54 of a particulate filter 22. By reversing the flow of the exhaust gas which passes the septum 54 of a particulate filter 22 as shown in drawing 9, the particle by which a uptake is carried out to the septum 54 of a particulate filter 22 is distributed by the upper surface and the inferior surface of tongue (refer to drawing 7) of a septum 54 of a particulate filter 22. Therefore, while most particles which flowed in the particulate filter avoid that a uptake will be carried out in one field of the septum of a particulate filter, it can do an oxidization removal operation from the direction of the septum 54 of a particulate filter 22 to the particle of the downstream of an exhaust gas flow. The oxidization removal operation mentioned above can be attained, even if it is the case where the oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent 161 (refer to drawing 7) inside the septum 54 of a particulate filter 22 do not exist, since the oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent 261 (refer to drawing 7) on the septum 54 front face of a particulate filter 22 are made into indispensable requirements.

[0115] Furthermore, it is made to reduce possibility of depositing without according to this operation gestalt carrying out oxidization removal of the particle by which the uptake was carried out to the septum 54 of a particulate filter 22 when the particle by which a uptake is carried out to the septum 54 of a particulate filter 22 was distributed by one field of the septum 54 of a particulate filter 22, and the field of another side as mentioned above, compared with the case where a particle is not distributed. Therefore, it can prevent that become possible to fully tell the oxidization removal operation which carries out oxidization removal of the particle by which the uptake was carried out to the septum 54 of a particulate filter 22 by active oxygen to all particles, consequently a particle accumulates on the septum 54 of a particulate filter 22. Fully telling an oxidization removal operation to all particles can also be attained, even if it is the case where the oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent 161 (refer to drawing 7) inside the septum 54 of a particulate filter 22 do not exist, since the oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent 261 (refer to drawing 7) on the septum 54 front face of a particulate filter 22 are made into indispensable requirements.

[0116] Moreover, according to this operation gestalt, the particle prehension filter 80 is arranged rather than the

particulate filter 22 at the downstream of an exhaust gas flow as a harmless-sized means for making the injurious ingredient in exhaust gas harmless. Therefore, when reversing the flow of the exhaust gas which passes the septum 54 of a particulate filter 22, the toxic substance in the exhaust gas which may flow to the downstream of an exhaust gas flow rather than a particulate filter 22 can be made harmless (refer to drawing 11 ).

[0117] Moreover, according to this operation gestalt, as shown in drawing 7 and drawing 10 , the oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent 161 as an oxidation catalyst for oxidizing the particle 162 by which the uptake was temporarily carried out to the interior of the septum 54 of a particulate filter 22 are supported inside the septum 54 of a particulate filter 22. Therefore, in the interior of the septum 54 of a particulate filter 22, oxidization removal of the particle 162 inside the septum 54 of a particulate filter 22 can be carried out by the oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent 161 inside the septum 54 of a particulate filter 22. Furthermore, according to this operation gestalt, the exhaust air change bulb 73 is formed in the interior of the septum 54 of a particulate filter 22 as an exhaust gas adverse current means for moving the particle 162 by which the uptake was carried out temporarily. Therefore, it can promote by moving the particle 162 by which the uptake was temporarily carried out to the interior of the septum 54 of a particulate filter 22 in the oxidization removal operation which carries out oxidization removal of the particle 162 inside the septum 54 of a particulate filter 22 by the oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent 161 inside the septum 54 of a particulate filter 22 (refer to drawing 10 ).

[0118] Moreover, since the particle prehension filter 80 is arranged rather than a particulate filter 22 at the downstream of an exhaust gas flow as a harmless-sized means for making the injurious ingredient in exhaust gas harmless according to this operation gestalt, when reversing the flow of the exhaust gas which passes the septum 54 of a particulate filter 22, it can prevent that the particle 62 which may flow to the downstream of an exhaust gas flow will be discharged as it is from a particulate filter 22 (refer to drawing 11 ).

[0119] Moreover, according to this operation gestalt, the amount of eccrisis particles usually becomes less than the oxidization removable amount of particles. And though the amount of eccrisis particles increased more than the oxidization removable amount of particles temporarily, when the amount of eccrisis particles becomes less than the oxidization removable amount of particles after that By maintaining the amount of eccrisis particles, and the temperature of a particulate filter 22 so that only the particle of the amount below the fixed limit which can be alike and carry out oxidization removal may be deposited on a particulate filter 22 Oxidization removal is carried out without the particle in exhaust gas emitting a luminous flame on a particulate filter 22. Therefore, after a particle accumulates in the shape of a laminating on a particulate filter like [ in conventional ], before not emitting a luminous flame, not removing the particle and a particle's accumulating in the shape of a laminating on a particulate filter, the particle in exhaust gas is removable by oxidizing a particle.

[0120] Moreover, according to this operation gestalt, the amount of eccrisis particles usually becomes less than the oxidization removable amount of particles. And so that only the particle of the amount below the fixed limit which can carry out oxidization removal when the amount of eccrisis particles becomes less than the oxidization removable amount of particles after that, though the amount of eccrisis particles increased more than the oxidization removable amount of particles temporarily may be deposited on a particulate filter 22 The service condition of an internal combustion engine is controlled that the amount of eccrisis particles and the temperature of a particulate filter 22 should be maintained. In detail, so that the amount of eccrisis particles may become less than the oxidization removable amount of particles Or so that only the particle of the amount below the fixed limit which can carry out oxidization removal when the amount of eccrisis particles becomes less than the oxidization removable amount of particles after that, though the amount of eccrisis particles increased more than the oxidization removable amount of particles temporarily may be deposited on a particulate filter 22 The service condition of an internal combustion engine is controlled based on the amount of eccrisis particles, and the temperature of a particulate filter 22. Therefore, the service condition in which the service condition of the amount of eccrisis particles of an internal combustion engine becomes less than the oxidization removable amount of particles, or It differs from the case where it agrees by chance in the service condition which deposits only the particle of the amount below the fixed limit which can carry out oxidization removal when the amount of eccrisis particles becomes less than the oxidization removable amount of particles after that, though the amount of eccrisis particles increased more than the oxidization removable amount of particles temporarily on a particulate filter. Certainly [ whether the amount of eccrisis particles is made fewer than the oxidization removable amount of particles, and ] or Though the amount of eccrisis particles increased more than the oxidization removable amount of particles temporarily, when the amount of eccrisis particles becomes less than the oxidization removable amount of particles after that, it can avoid depositing only the particle of the amount below the fixed limit which can carry out oxidization removal on a particulate filter 22. So, compared with the case where the service condition of an internal combustion engine agrees by chance, before a particle accumulates in the shape of a laminating on a particulate filter 22, a particle can be oxidized much more certainly.

[0121] Moreover, according to this operation gestalt, when an excess oxygen exists in the circumference, oxygen is incorporated and held by the oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent 61 currently supported by the particulate filter 22, and when a surrounding oxygen density falls, the held oxygen is emitted in the form of active oxygen (refer to drawing 3). Therefore, oxidization removal of the particle 62 can be carried out, without emitting a luminous flame by the active oxygen which oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent 61 emit before a particle 62 accumulates on a particulate filter 22 at the shape of a laminating unlike the particle emitting a luminous flame after a particle accumulates on a particulate filter like [ in conventional ] at the shape of a laminating, and being removed.

[0122] According to this operation gestalt, moreover, at the time of the forward-feed mode of the exhaust air change bulb 73 as an adverse current means (refer to drawing 9 (A)) Usual combustion with few amounts of the EGR gas supplied in a combustion chamber 5 than the amount of the EGR gas as inert gas from which the yield of soot serves as a peak is performed. Low-temperature combustion which there are more amounts of the EGR gas supplied in a combustion chamber 5 than the amount of the EGR gas from which the yield of soot serves as a peak at the time of the adverse current mode of the exhaust air change bulb 73 (refer to drawing 9 (B)), and soot hardly generates is performed. That is, since low-temperature combustion which there are more amounts of the EGR gas supplied in a combustion chamber 5 than the amount of the EGR gas from which the yield of soot serves as a peak, and soot hardly generates is performed, an oxidization removal operation of a particle can be promoted by HC and CO which are contained in the exhaust gas at that time. Furthermore, since exhaust gas is made to flow backwards when low-temperature combustion which there are more amounts of the EGR gas supplied in a combustion chamber 5 than the amount of the EGR gas from which the yield of soot serves as a peak, and soot hardly generates is performed, When [ with few amounts of the EGR gas supplied in a combustion chamber 5 than the amount of the EGR gas from which the yield of soot serves as a peak ] combustion is usually performed, a particle accumulates on one front face of a particulate filter 22 (refer to drawing 10 (A)). Even if sulfur poisoning of the oxygen occlusion and the active oxygen discharge agent 61 on the front face of a particulate filter 22 will be carried out With HC which flowed from the front face of the opposite side (under drawing 10) of a particulate filter 22, and passed through the interior of the septum 54 of a particulate filter 22, and CO content exhaust gas Oxidization removal of the particle deposited on one front face of a particulate filter 22 can be carried out without being influenced of sulfur poisoning.

[0123] It is also possible to arrange the particulate filter equipped with the oxidation catalyst instead of the particle prehension filter 80 in the modification of this operation gestalt. According to this modification, the almost same effect as the operation gestalt mentioned above can be done so. Furthermore, unlike the particle prehension filter 80, not only a particle but HC and CO can be purified. While arranging the particulate filter equipped with the oxidation catalyst instead of the particle prehension filter 80 in other modifications, it is also possible to supply rich gas and to remove NOx.

[0124] Hereafter, the third operation gestalt of the exhaust emission control device of the internal combustion engine of this invention is explained. The composition and an operation of this operation gestalt are the same as that of the first explained with reference to drawing 1 - drawing 25 except for the point mentioned later, and second composition of an operation gestalt and operations almost. In addition to the particle prehension filter 80 shown in drawing 1 being used, with this operation gestalt, the electric heater (EHC) 81 as a temperature up means shown in drawing 26 is used. Drawing 26 is the same drawing as drawing 11 which formed the electric heater 81 for the particle prehension filter 80.

[0125] According to this operation form, the particle capture filter 80 equipped with the electric heater 81 is arranged rather than a particulate filter 22 at the downstream of an exhaust gas flow as a harmless-sized means for making the injurious ingredient in exhaust gas harmless. Therefore, when reversing the flow of the exhaust gas which passes the septum 54 of a particulate filter 22, while preventing that the particle 62 which may flow to the downstream of an exhaust gas flow will be discharged as it is from a particulate filter 22, oxidization removal of the particle 62 which the particle capture filter 80 caught can be carried out with heat. It is also possible to use a burner instead of an electric heater 81 in the modification of this operation form. The same effect as the operation form mentioned above also according to this modification can be done so.

[0126] Hereafter, the fourth operation gestalt of the exhaust emission control device of the internal combustion engine of this invention is explained. The composition and an operation of this operation gestalt are the same as that of the first explained with reference to drawing 1 - drawing 25 except for the point mentioned later, and second composition of an operation gestalt and operations almost. In addition to the particulate filter 22 and the particle prehension filter 80 which were shown in drawing 1 being prepared, with this operation gestalt, the pressure sensors 43, 44, 45, and 46 shown in drawing 27 are formed. Drawing 27 is the almost same drawing as drawing 9 which showed the relation between the change position of the exhaust air change bulb 73, and the flow of exhaust gas. In detail, drawing in case

drawing in case drawing 27 (A) has the exhaust air change bulb 73 in a forward-feed position, and drawing 27 (B) have the exhaust air change bulb 73 in an adverse current position, and drawing 27 (C) are drawings in case the exhaust air change bulb 73 is in a bypass position.

[0127] When the exhaust air change bulb 73 is in a forward-feed position, as shown in drawing 27 (A), the exhaust gas which passed the exhaust air change bulb 73 and flowed in casing 23 passes through the first path 71 first, subsequently passes a particulate filter 22, finally passes through the second path 72, passes the exhaust air change bulb 73 again, and is returned to an exhaust pipe. The uptake of the particle 62 in exhaust gas is temporarily carried out with a particulate filter 22 in that case. Subsequently, when the exhaust air change bulb 73 is switched to an adverse current position, as it is shown in drawing 27 (B), it passes through the second path 72 first, and passes to a retrose with the case where a particulate filter 22 is shown subsequently to drawing 27 (A), and finally the exhaust gas which passed the exhaust air change bulb 73 and flowed in casing 23 passes through the first path 71, passes the exhaust air change bulb 73 again, and is returned to an exhaust pipe. In that case, the particle 62 by which the uptake was temporarily carried out with the particulate filter 22 is desorbed from a particulate filter 22, and is caught with the particle prehension filter 80. Subsequently, since the pressure in the first path 71 and the pressure in the second path 72 will become equal as shown in drawing 9 (C) if the exhaust air change bulb 73 is switched to a bypass position, the exhaust gas which reached the exhaust air change bulb 73 passes the exhaust air change bulb 73 as it is, without flowing in casing 23. In that case, the service condition of an internal combustion engine is switched so that it may mention later, and the temperature of exhaust gas may carry out a temperature up, and the particle prehension filter 80 carries out a temperature up.

[0128] Drawing 28 is the flow chart which showed the reproduction control method of the downstream filter of this operation gestalt, i.e., a particle prehension filter. A start of this routine first judges whether differential pressure  $\Delta PD$  of the pressure read by the pressure sensor 45 in Step 200 and the pressure read by the pressure sensor 46 is higher than Threshold TPD. At the time of NO, a particle is not caught so much in the particle prehension filter 80, but it judges that it is not necessary to still reproduce the particle prehension filter 80, and this routine is ended. On the other hand, at the time of YES, into the particle prehension filter 80, comparatively many particles are caught, and it judges that it is necessary to reproduce the particle prehension filter 80, and progresses to Step 201. In order to carry out the temperature up of the particle prehension filter 80 so that the particle prehension filter 80 may not carry out an erosion and in case the temperature up of the particle prehension filter 80 is carried out and oxidization removal of the particle in the particle prehension filter 80 is carried out, in case the temperature up of the temperature of exhaust gas is carried out, this threshold TPD is set up so that the performance of an internal combustion engine may not be spoiled. At Step 201, the exhaust air change bulb 73 is switched to the bypass position shown in drawing 27 (C). Subsequently, at Step 202, by performing low-temperature combustion mentioned above, for example, the temperature of exhaust gas carries out a temperature up, and the particle prehension filter 80 carries out a temperature up with the exhaust gas. Instead of performing low-temperature combustion, it is also possible to perform expansion-stroke injection, exhaust air system HC addition, or VIGOM injection + injection retard.

[0129] Subsequently, at Step 203, it is judged whether the downstream filter 80, i.e., a particle prehension filter, was reproduced. While differential pressure  $\Delta PD$  with the time of NO, i.e., the pressure read by the pressure sensor 45, and the pressure read by the pressure sensor 46 is not falling below to a predetermined threshold, it judges that it is necessary to continue reproduction of the particle prehension filter 80, and temperature up control of the particle prehension filter 80 is continued at Step 204. On the other hand, when differential pressure  $\Delta PD$  with the time of YES, i.e., the pressure read by the pressure sensor 45, and the pressure read by the pressure sensor 46 falls below to a predetermined threshold, it judges that reproduction of the particle prehension filter 80 was completed, and progresses to Step 205. At Step 205, reproduction control of the particle prehension filter 80 is ended, and it is returned to operation of the usual internal combustion engine. Subsequently, at Step 206, the exhaust air change bulb 73 is switched to the adverse current position shown in the forward-feed position or drawing 27 (B) shown in drawing 27 (A).

[0130] Drawing 29 is drawing having shown the effect of temperature up control of the particle prehension filter 80 of this operation gestalt. If pressure loss  $\Delta PD$  of the downstream filter 80, i.e., a particle prehension filter, becomes higher than Threshold TPD while usual operation of an internal combustion engine is performed and the exhaust air change bulb 73 is switched between the forward-feed position and the adverse current position as shown in drawing 29 (time T3), the exhaust air change bulb 73 will be switched to a bypass position, and temperature up control of the particle prehension filter 80 by temperature up control of an internal combustion engine will be performed. After reproduction of the particle prehension filter 80 is completed (time T4), an internal combustion engine is usually returned to operation, and the exhaust air change bulb 73 is switched to an adverse current position.

[0131] According to this operation gestalt, the particle prehension filter 80 carries out a temperature up by being made

to bypass, without exhaust gas passing the septum 54 of a particulate filter 22, when the exhaust air change bulb 73 is arranged in the bypass position. Therefore, it is not necessary to establish a separate temperature up means for the particle prehension filters 80 like an electric heater 81, and the temperature up of the particle prehension filter 80 can be carried out with the exhaust gas made to bypass a particulate filter 22.

[0132] Furthermore, when according to this operation gestalt a particle accumulates on the particle prehension filter 80 and differential pressure  $\Delta P$  exceeds Threshold TPD, it is made to bypass, without exhaust gas passing the septum 54 of a particulate filter 22, and the particle prehension filter 80 carries out a temperature up. When exhaust gas has a particulate filter 22 bypassed in detail when a particle accumulates on the particle prehension filter 80, and the particle has not accumulated on the particle prehension filter 80, exhaust gas does not have a particulate filter 22 bypassed. Therefore, when exhaust gas does not need to be made to bypass a particulate filter 22, exhaust gas is made to be able to bypass a particulate filter 22, and in connection with the temperature of a particulate filter 22 falling, it can avoid that an oxidization removal operation of the oxygen occlusion and the active oxygen discharge agents 161 and 261 (refer to drawing 7) of the septum 54 of a particulate filter 22 becomes weaker.

[0133] Hereafter, the fifth operation gestalt of the exhaust emission control device of the internal combustion engine of this invention is explained. The composition and an operation of this operation gestalt are the same as that of the first explained with reference to drawing 1 - drawing 29 except for the point mentioned later, the second, and fourth composition of an operation gestalt and operations almost. Drawing 30 is the flow chart which showed the sulfur poisoning recovery control method of a particulate filter 22 and the particle prehension filter 80. If fuel consumption integrated value becomes beyond a predetermined value, it will be judged that sulfur poisoning was carried out and this routine will be started. If this routine is started, as shown in drawing 30, it will be first got [ whether in Step 300, sulfur poisoning of the upstream filter 22, i.e., a particulate filter was recovered, and ] blocked, and it will be judged whether the elapsed time of sulfur poisoning recovery control of a particulate filter 22 became more than the predetermined time. At the time of NO, exhaust gas is made an elevated temperature and rich by performing low-temperature combustion mentioned above in Step 301 that sulfur poisoning recovery control of a particulate filter 22 should be continued. On the other hand, when it recovers at the time of YES, i.e., sulfur poisoning of a particulate filter 22, as the exhaust air change bulb 73 shows drawing 27 (C), it is arranged in a bypass position that sulfur poisoning of the downstream filter 80, i.e., a particle prehension filter, should be recovered in Step 201.

[0134] Subsequently, at Step 302, it is judged whether the elapsed time of sulfur poisoning recovery control of whether sulfur poisoning of the downstream filter 80, i.e., a particle prehension filter, was recovered and the particle prehension filter 80 became more than the predetermined time. At the time of NO, delay is prepared at Step 303 that sulfur poisoning recovery control of the particle prehension filter 80 should be continued. On the other hand, when it recovers at the time of YES, i.e., sulfur poisoning of the particle prehension filter 80, in Step 304, operation of an internal combustion engine is usually returned to operation. Subsequently, in Step 305, the exhaust air change bulb 73 is switched to a forward-feed position or an adverse current position from a bypass position.

[0135] Drawing 31 is drawing having shown the effect of sulfur poisoning recovery control of the particulate filter 22 of this operation gestalt, and the particle prehension filter 80. As shown in drawing 31, first, sulfur poisoning recovery of the particulate filter 22 which is an upstream filter is performed between time T5 and time T6, and, subsequently to the time T6 or before, sulfur poisoning recovery of the downstream filter 80 which carried out sulfur poisoning with the sulfur emitted from the particulate filter 22, i.e., a particle prehension filter, is performed between time T6 and time T7.

[0136] According to this operation gestalt, when sulfur poisoning recovery of the particle prehension filter 80 should be performed, sulfur poisoning recovery of a particulate filter 22 is performed first (from time T5 to time T6), and, subsequently, sulfur poisoning recovery of the particle prehension filter 80 is performed (from time T6 to time T7). Therefore, the number of times by which sulfur poisoning recovery of a particle prehension filter is performed can be made fewer than the case where sulfur poisoning recovery of a particle prehension filter is performed first, sulfur poisoning recovery of a particulate filter is performed next, and sulfur poisoning recovery of a particle prehension filter which finally carried out poisoning again with the sulfur which flowed out on the occasion of sulfur poisoning recovery of a particulate filter is performed.

[0137] Hereafter, the sixth operation gestalt of the exhaust emission control device of the internal combustion engine of this invention is explained. The composition and an operation of this operation gestalt are the same as that of the first explained with reference to drawing 1 - drawing 31 except for the point mentioned later, the second, and fourth composition of an operation gestalt and operations almost. Drawing 32 is the almost same drawing as drawing 27 which showed the relation between the change position of the exhaust air change bulb 73, and the flow of exhaust gas. In detail, drawing in case drawing in case drawing 32 (A) has the exhaust air change bulb 73 in a forward-feed position, and drawing 32 (B) have the exhaust air change bulb 73 in a bypass position, and drawing 32 (C) are

drawings in case the exhaust air change bulb 73 is in an adverse current position. In drawing 32, 82 is the filter which supported the RIN NOx catalyst as an exhaust air gas cleanup catalyst. When moving the particle 162 by which the uptake was carried out temporarily to the interior of the septum 54 of a particulate filter 22 (refer to drawing 10), as it is got blocked and shown in drawing 32 When the exhaust air change bulb 73 is switched to an adverse current position (drawing 32 (C)) from a forward-feed position (drawing 32 (A)), Or when the exhaust air change bulb 73 is switched to an adverse current position (drawing 32 (C)) through a bypass position (drawing 32 (B)) from a forward-feed position (drawing 32 (A)), HC, CO, and NOx in exhaust gas will be passed by the downstream of an exhaust gas flow rather than a particulate filter 22, without being purified in a particulate filter 22. Then, with this operation gestalt, the filter 82 which supported the RIN NOx catalyst to the downstream of an exhaust gas flow rather than the particulate filter 22 is arranged that such HC, CO, and NOx should be purified. Moreover, exhaust gas is temporarily made rich that a RIN NOx catalyst should remove NOx.

[0138] Since the filter 82 which supported the exhaust air gas cleanup catalyst as a harmless-sized means for making the injurious ingredient in exhaust gas harmless is arranged rather than a particulate filter 22 at the downstream of an exhaust gas flow according to this operation gestalt, When reversing the flow of the exhaust gas which passes the septum 54 of a particulate filter 22, That is, it can prevent being discharged as it is, without purifying HC and CO which flow to the downstream of an exhaust gas flow rather than a particulate filter 22 at the time of the change of the exhaust air change bulb 73, and NOx content exhaust gas. It is also possible to support an oxidation catalyst and a three way component catalyst with the modification of this operation gestalt instead of a filter 82 being a RIN NOx catalyst.

[0139] Hereafter, the seventh operation gestalt of the exhaust emission control device of the internal combustion engine of this invention is explained. The composition and an operation of this operation gestalt are the same as that of the first explained with reference to drawing 1 - drawing 25 except for the point mentioned later, and second composition of an operation gestalt and operations almost. With this operation gestalt, the cyclone 83 is formed instead of the particle prehension filter 80. Drawing 33 is a particulate filter 22 and the expansion side elevation of a cyclone 83. Since a cyclone 83 is arranged rather than a particulate filter 22 at the downstream of an exhaust gas flow as a harmless-sized means for making the injurious ingredient in exhaust gas harmless according to this operation gestalt, When reversing the flow of the exhaust gas which passes the septum 54 of a particulate filter 22 (drawing 10) It can prevent being discharged [ which had accumulated on the particulate filter 22 front face ] as it is, without desorbing the coarse grain 62 (drawing 11) of a major diameter from particulate filter 22 front face comparatively, and carrying out the uptake of the coarse grain 62 from which it was desorbed.

[0140] Hereafter, the eighth operation gestalt of the exhaust emission control device of the internal combustion engine of this invention is explained. The composition and an operation of this operation gestalt are the same as that of the first explained with reference to drawing 1 - drawing 25 except for the point mentioned later, and second composition of an operation gestalt and operations almost. In addition to the particle prehension filter 80 instead of the particle prehension filter 80, with this operation gestalt, the coarse-grain prehension filters 84 and 85 are formed. Drawing 34 is the expansion side elevation of a particulate filter 22 and the coarse-grain prehension filters 84 and 85. The coarse-grain prehension filter 85 is arranged as a harmless-sized means for making the injurious ingredient in exhaust gas harmless in the position which serves as a downstream of an exhaust gas flow from a particulate filter 22 when an exhaust gas flow is a forward feed according to this operation gestalt (refer to drawing 11 (A)). When an exhaust gas flow is an adverse current (refer to drawing 11 (B)), the coarse-grain prehension filter 84 is arranged as a harmless-sized means for making the injurious ingredient in exhaust gas harmless in the position which serves as a downstream of an exhaust gas flow from a particulate filter 22. Therefore, in order to reverse the flow of the exhaust gas which passes the septum 54 of a particulate filter 22, when the position of the exhaust air change bulb 73 is switched, it can prevent being discharged [ which had accumulated on the particulate filter 22 front face ] as it is, without desorbing the coarse grain 62 (drawing 11) of a major diameter from particulate filter 22 front face comparatively, and carrying out the uptake of the coarse grain from which it was desorbed. As an example of the coarse-grain prehension filters 84 and 85, there is a collision uptake type form filter etc., for example.

[0141]

[Effect of the Invention] According to invention according to claim 1, while most particles which flowed in the particulate filter avoid that a uptake will be carried out in one field of the wall of a particulate filter, it can do an oxidization removal operation from the direction of the wall of a particulate filter to the particle of the downstream of an exhaust gas flow. Furthermore, it can prevent that become possible to fully tell the oxidization removal operation which carries out oxidization removal of the particle by which the uptake was carried out to the wall of a particulate filter by active oxygen to all particles, consequently a particle accumulates on the wall of a particulate filter. Moreover, when reversing the flow of the exhaust gas which passes the wall of a particulate filter, the toxic substance in the exhaust gas which may flow to the downstream of an exhaust gas flow rather than a particulate filter can be made

harmless.

[0142] According to invention according to claim 2, while most particles which flowed in the particulate filter avoid that a uptake will be carried out in one field of the wall of a particulate filter, it can do an oxidization removal operation from the direction of the wall of a particulate filter to the particle of the downstream of an exhaust gas flow. Furthermore, it can prevent that become possible to fully tell the oxidization removal operation which carries out oxidization removal of the particle by which the uptake was carried out to the wall of a particulate filter by active oxygen to all particles, consequently a particle accumulates on the wall of a particulate filter. Moreover, when reversing the flow of the exhaust gas which passes the wall of a particulate filter, the toxic substance in the exhaust gas which may flow to the downstream of an exhaust gas flow rather than a particulate filter can be made harmless.

[0143] According to invention according to claim 3, when reversing the flow of the exhaust gas which passes the wall of a particulate filter, it can prevent that the particle which may flow to the downstream of an exhaust gas flow will be discharged as it is from a particulate filter.

[0144] When reversing the flow of the exhaust gas which passes the wall of a particulate filter, while preventing that the particle which may flow to the downstream of an exhaust gas flow will be discharged as it is from a particulate filter according to invention according to claim 4, oxidization removal of the particle caught by the particle prehension means can be carried out.

[0145] It is not necessary to establish a separate temperature up means for particle prehension meanses like a heater, and, according to invention according to claim 5, the temperature up of the particle prehension means can be carried out with the exhaust gas made to bypass a particulate filter.

[0146] According to invention according to claim 6, when exhaust gas does not need to be made to bypass a particulate filter, in connection with exhaust gas being made to bypass a particulate filter, it can avoid that an oxidization removal operation of the oxidation catalyst inside the wall of a particulate filter becomes weaker.

[0147] According to invention according to claim 7, the number of times by which sulfur poisoning recovery of a particle prehension means is performed can be made fewer than the case where sulfur poisoning recovery of a particle prehension means is performed first, sulfur poisoning recovery of a particulate filter is performed next, and sulfur poisoning recovery of a particle prehension means which finally carried out poisoning again with the sulfur which flowed out on the occasion of sulfur poisoning recovery of a particulate filter is performed.

[0148] According to invention according to claim 8, it can prevent being discharged as it is, without purifying the exhaust gas which flows to the downstream of an exhaust gas flow rather than a particulate filter, when reversing the flow of the exhaust gas which passes the wall of a particulate filter.

[0149] When reversing the flow of the exhaust gas which passes the wall of a particulate filter according to invention according to claim 9, it can prevent being discharged [ which had accumulated on the particulate filter front face ] as it is, without desorbing the particle of a major diameter from a particulate filter front face comparatively, and carrying out the uptake of the particle from which it was desorbed.

[0150] When reversing the flow of the exhaust gas which passes the wall of a particulate filter according to invention according to claim 10, it can prevent being discharged [ which had accumulated on the particulate filter front face ] as it is, without desorbing the particle of a major diameter from a particulate filter front face comparatively, and carrying out the uptake of the particle from which it was desorbed.

[0151] According to invention according to claim 11, after a particle accumulates in the shape of a laminating on a particulate filter like [ in conventional ], before not emitting a luminous flame, not removing the particle and a particle's accumulating in the shape of a laminating on a particulate filter, the particle in exhaust gas is removable by oxidizing a particle.

[0152] The service condition in which the service condition of the amount of eccrisis particles of an internal combustion engine becomes less than the oxidization removable amount of particles according to invention according to claim 12, or It differs from the case where it agrees by chance in the service condition which deposits only the particle of the amount below the fixed limit which can carry out oxidization removal when the amount of eccrisis particles becomes less than the oxidization removable amount of particles after that, though the amount of eccrisis particles increased more than the oxidization removable amount of particles temporarily on a particulate filter. Certainly [ whether the amount of eccrisis particles is made fewer than the oxidization removable amount of particles, and ] Or though the amount of eccrisis particles increased more than the oxidization removable amount of particles temporarily, when the amount of eccrisis particles becomes less than the oxidization removable amount of particles after that, it can avoid depositing only the particle of the amount below the fixed limit which can carry out oxidization removal on a particulate filter. So, compared with the case where the service condition of an internal combustion engine agrees by chance, before a particle accumulates in the shape of a laminating on a particulate filter, a particle can be oxidized much more certainly.

[0153] Oxidization removal of the particle can be carried out without emitting a luminous flame by the active oxygen which oxygen occlusion and an active oxygen discharge agent emit before a particle accumulates on a particulate filter at the shape of a laminating unlike the particle emitting a luminous flame after a particle accumulates on a particulate filter like [ in conventional ] at the shape of a laminating according to invention according to claim 13, and being removed.

[0154] Since combustion which there are more amounts of the inert gas supplied to a combustion chamber than the amount of the inert gas from which the yield of soot serves as a peak, and soot hardly generates is performed according to invention according to claim 14, an oxidization removal operation of a particle can be promoted by HC and CO which are contained in the exhaust gas at that time. Furthermore, when combustion with few amounts of the inert gas supplied to a combustion chamber than the amount of the inert gas from which the yield of soot serves as a peak is performed, a particle accumulates on one front face of a particulate filter. Even if sulfur poisoning of the catalyst on the front face of a particulate filter will be carried out Oxidization removal of the particle deposited on one front face of a particulate filter can be carried out with HC which flowed from the front face of the opposite side of a particulate filter, and passed through the interior of the wall of a particulate filter, and CO content exhaust gas, without being influenced of sulfur poisoning.

[0155] According to invention according to claim 15, in the interior of the wall of a particulate filter, oxidization removal of the particle inside the wall of a particulate filter can be carried out by the oxidizer inside the wall of a particulate filter. Furthermore, it can promote by moving the particle by which the uptake was temporarily carried out to the interior of the wall of a particulate filter in the oxidization removal operation which carries out oxidization removal of the particle inside the wall of a particulate filter by the oxidizer inside the wall of a particulate filter.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

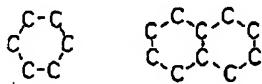
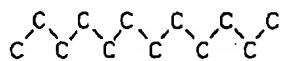
Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

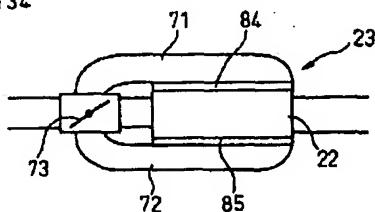
## [Drawing 14]

図 14



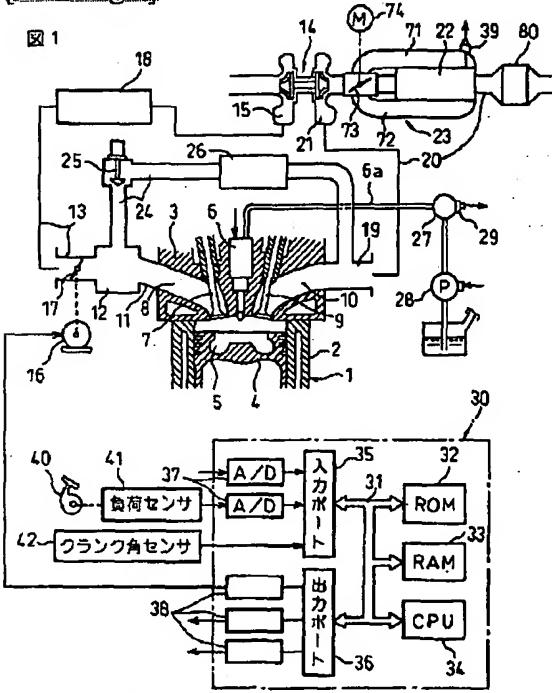
## [Drawing 34]

図 34



## [Drawing 1]

図 1

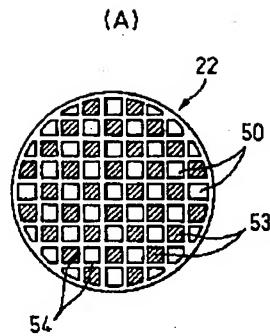


5…燃焼室  
6…燃料噴射弁  
22…バティキュレートフィルタ  
25…EGR制御弁

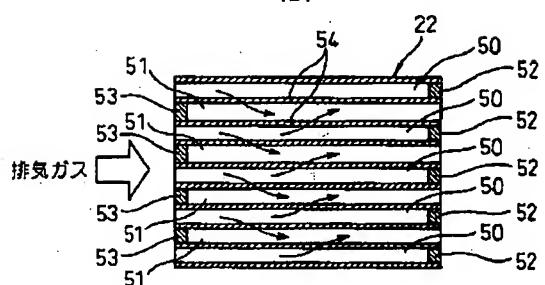
22…バティキュレートフィルタ  
25…EGR制御弁

## [Drawing 2]

図 2



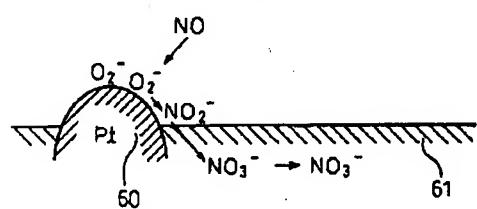
(B)



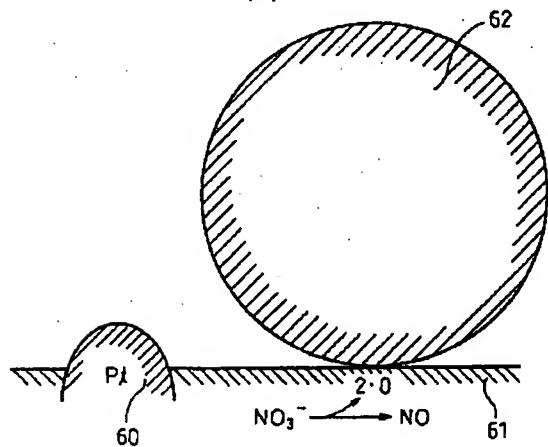
[Drawing 3]

図 3

(A)

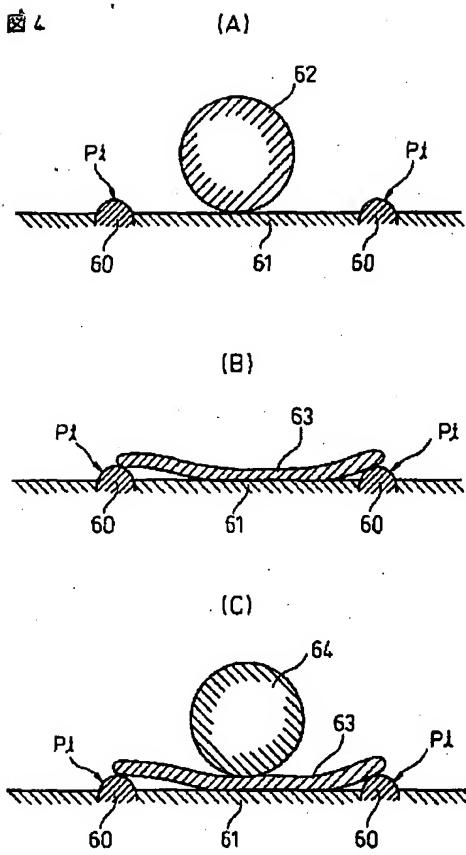
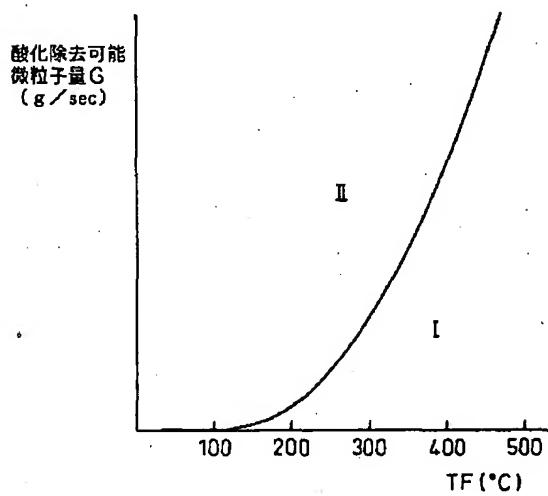


(B)



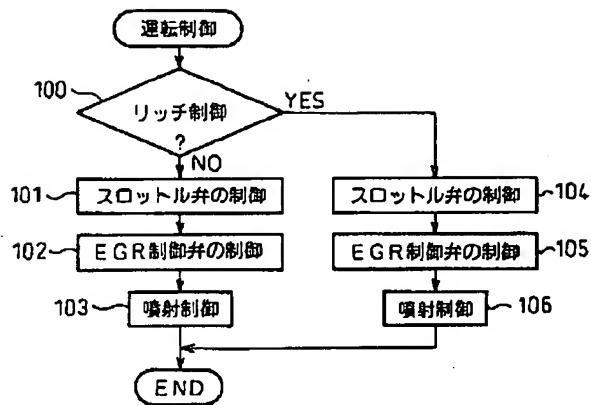
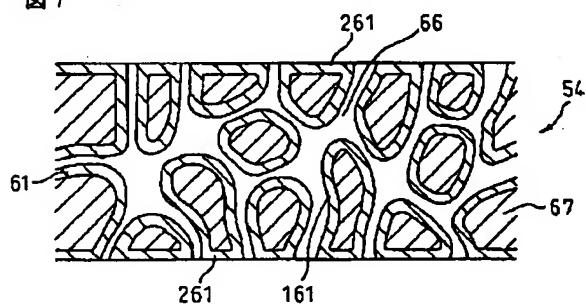
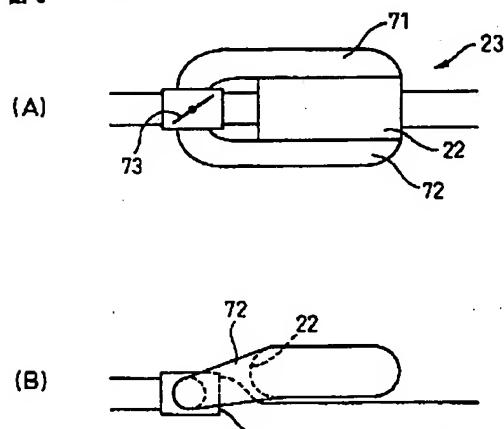
[Drawing 4]

図4

[Drawing 5]  
図5

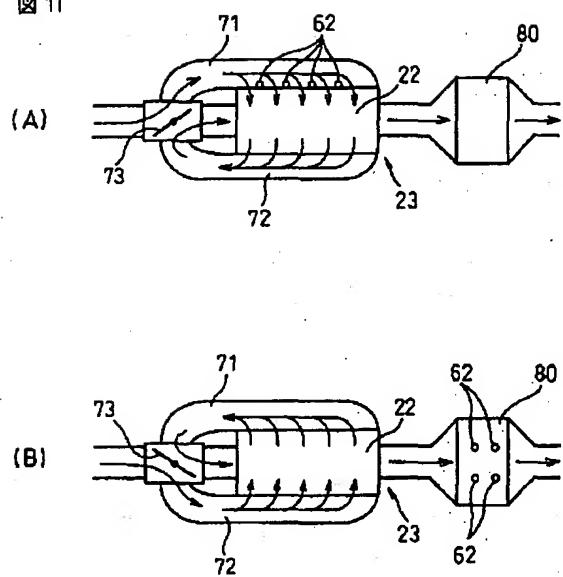
[Drawing 6]

図 6

[Drawing 7]  
図 7[Drawing 8]  
図 8

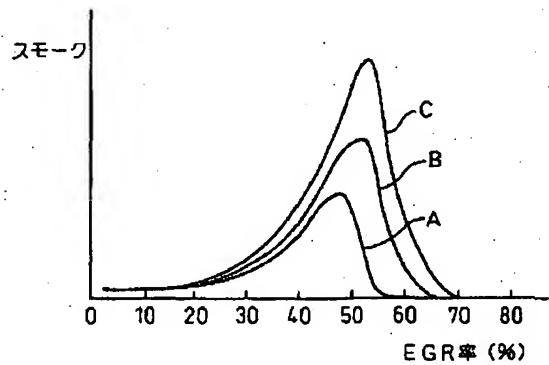
[Drawing 11]

図 11



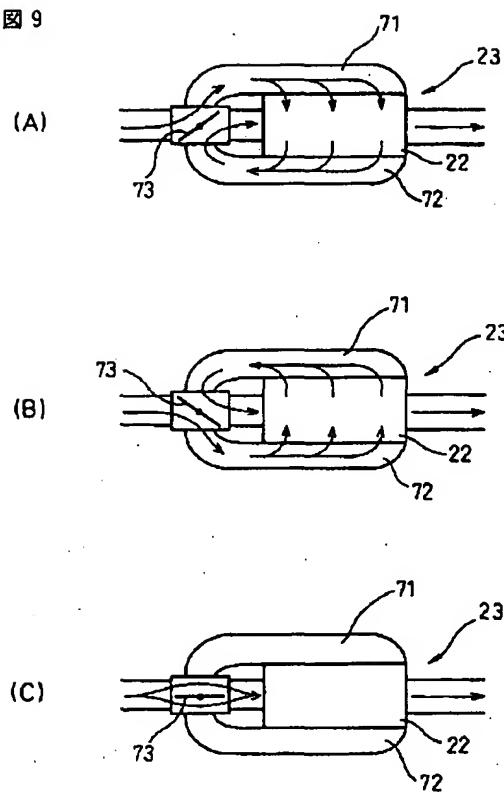
[Drawing 15]

図 15

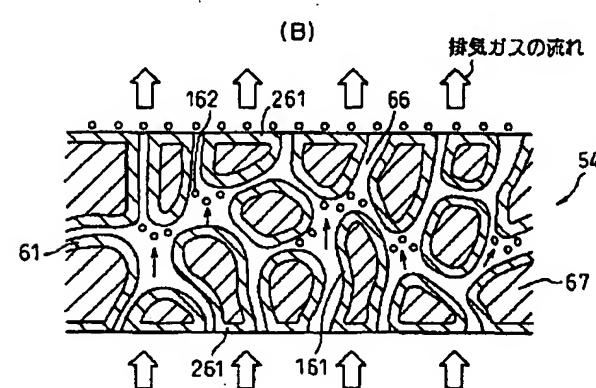
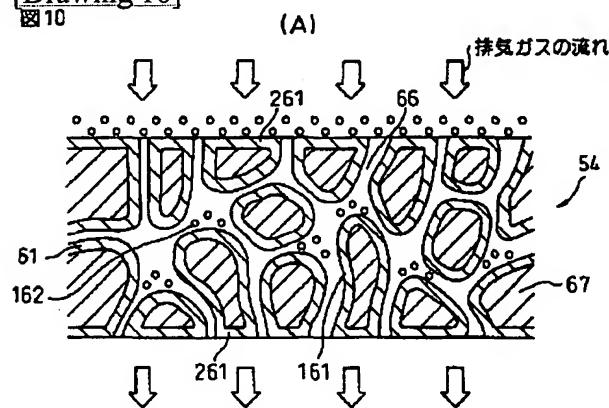


[Drawing 9]

図 9



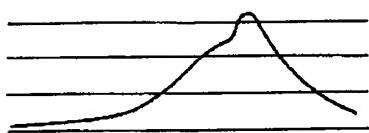
[Drawing 10]



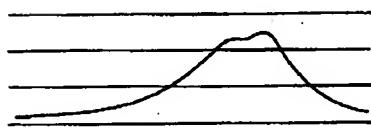
[Drawing 13]

図 13

(A)

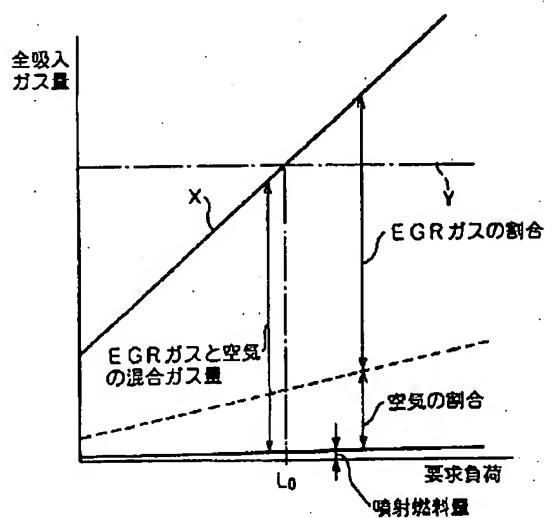


(B)



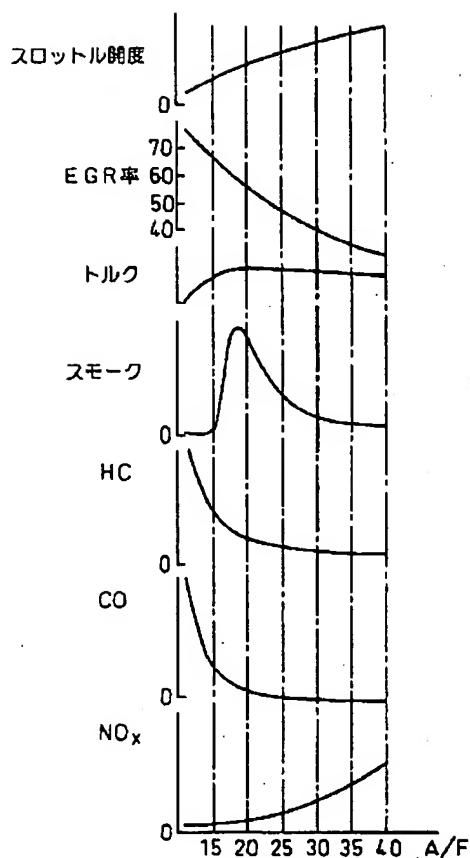
[Drawing 16]

図 16



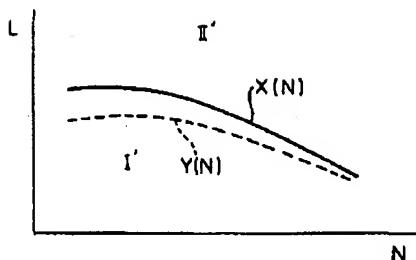
[Drawing 12]

図12



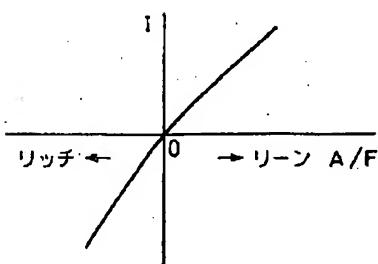
[Drawing 17]

図17



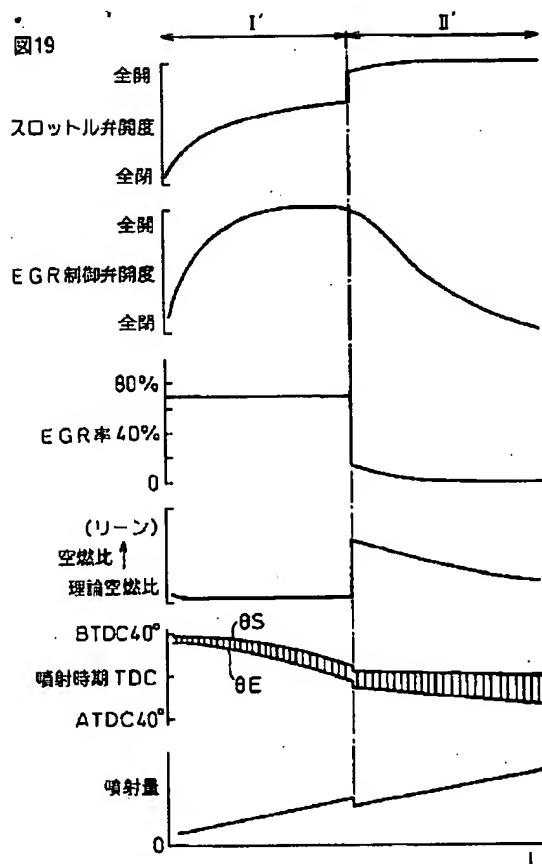
[Drawing 18]

図18



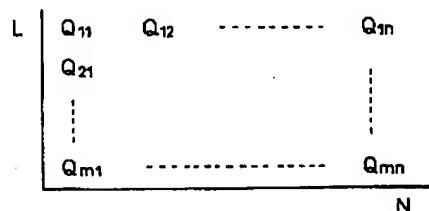
[Drawing 19]

図19



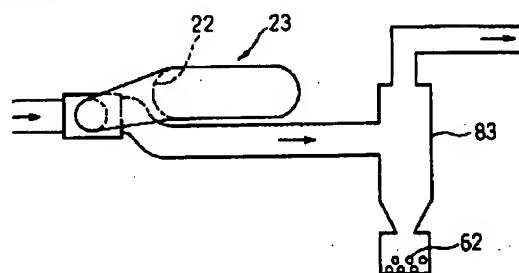
[Drawing 24]

図24



[Drawing 33]

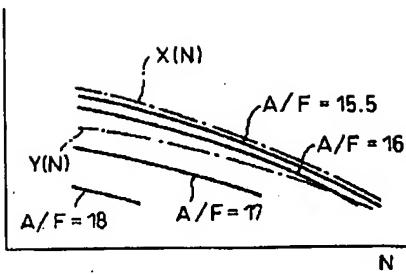
図33



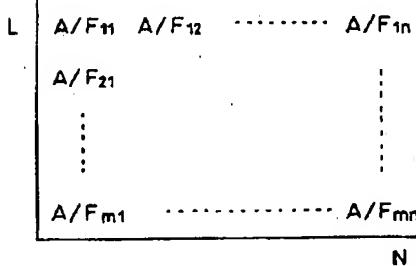
[Drawing 20]

图 20

(A)



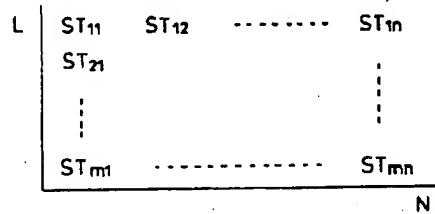
(B)



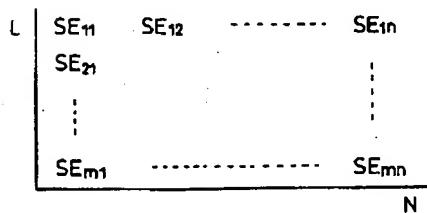
[Drawing 21]

图 21

(A)

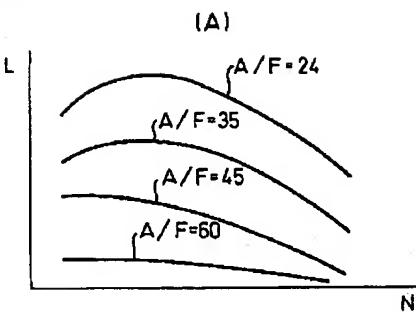


(B)

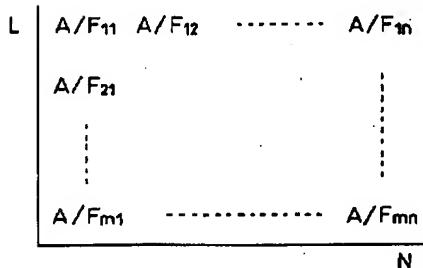


[Drawing 22]

图 22



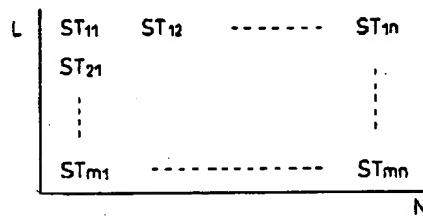
(B)



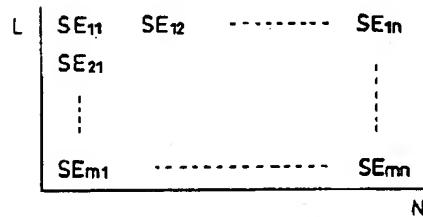
[Drawing 23]

图 23

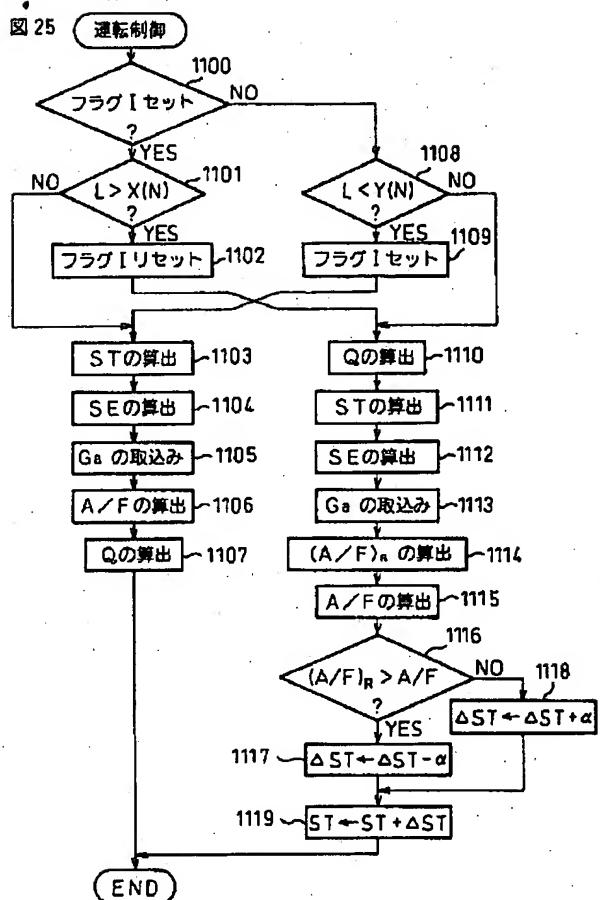
(A)



(B)

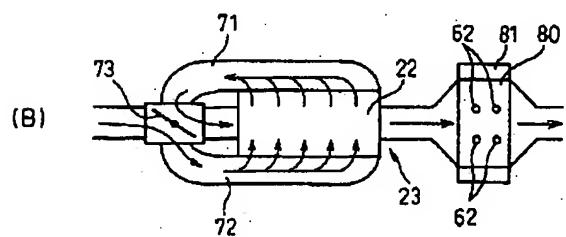
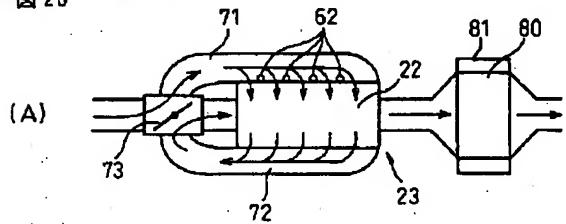


[Drawing 25]



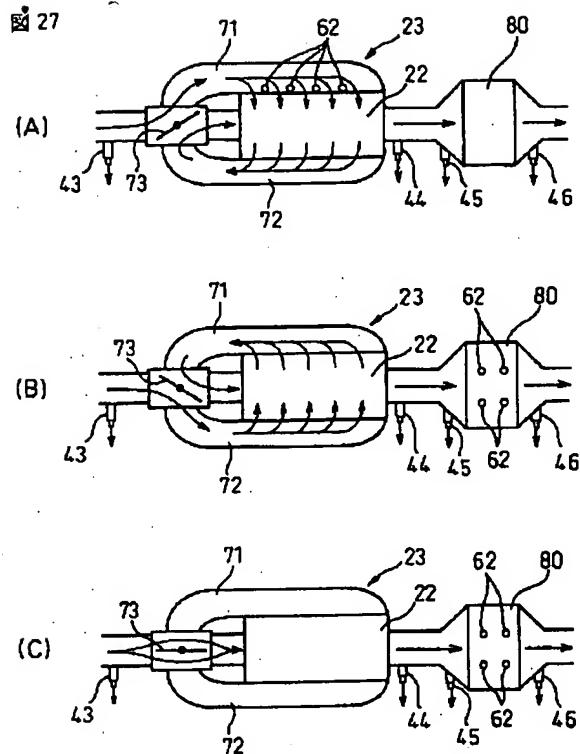
### [Drawing 26]

圖 26



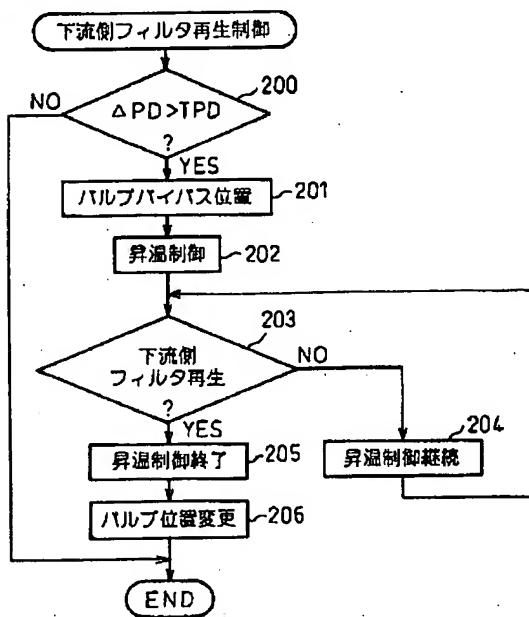
### [Drawing 27]

図27



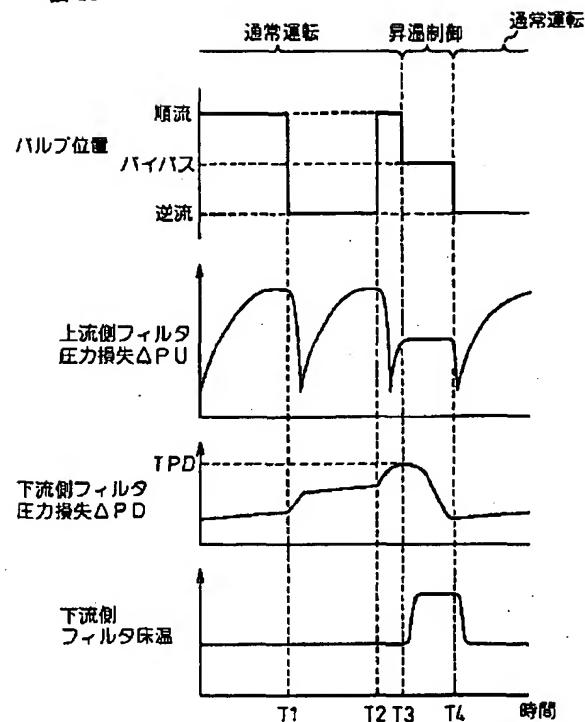
[Drawing 28]

図28



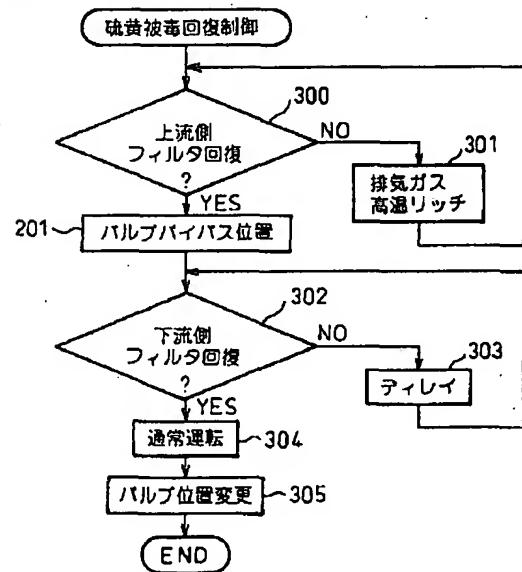
[Drawing 29]

図 29



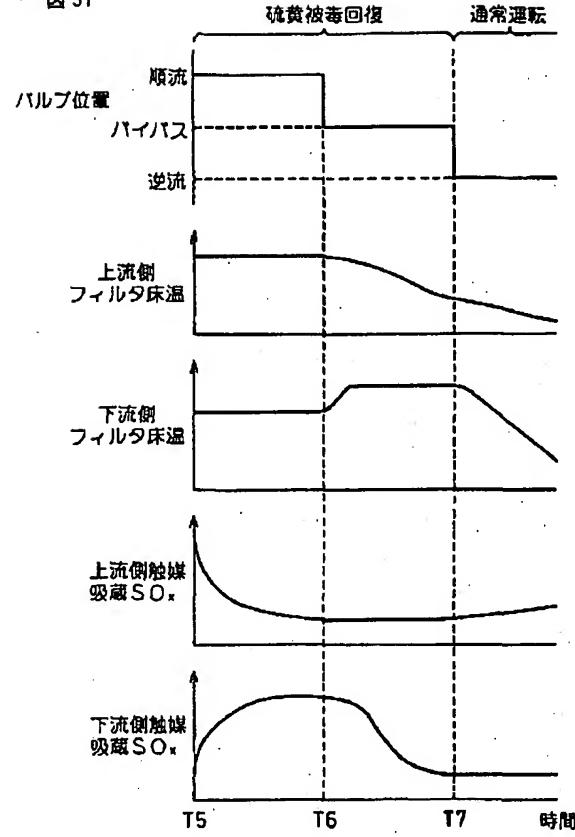
[Drawing 30]

図 30



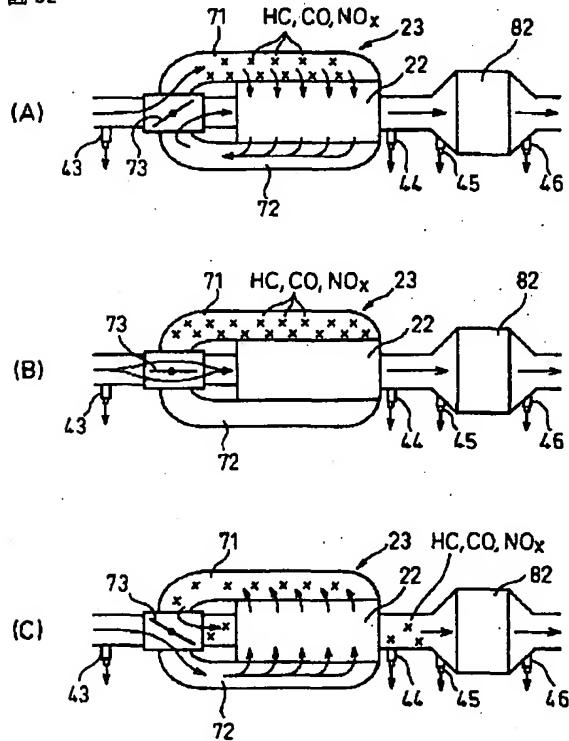
[Drawing 31]

図 31



[Drawing 32]

図 32



[Translation done.]